



ИПМ им.М.В.Келдыша РАН • Электронная библиотека

Препринты ИПМ • Препринт № 19 за 2025 г.



ISSN 2071-2898 (Print)
ISSN 2071-2901 (Online)

Г.Г. Малинецкий

О преподавании математики
на естественных и
гуманитарных факультетах
МГУ

Статья доступна по лицензии
[Creative Commons Attribution 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)



Рекомендуемая форма библиографической ссылки: Малинецкий Г.Г. О преподавании математики на естественных и гуманитарных факультетах МГУ // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. 2025. № 19. 28 с. EDN: [TSRJRH](https://doi.org/10.26907/2071-2898.2025.19.28)
<https://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2025-19>

**Ордена Ленина
ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ
имени М.В.Келдыша
Российской академии наук**

Г.Г. Малинецкий

**О преподавании математики
на естественнонаучных
и гуманитарных факультетах МГУ**

Москва — 2025

Г.Г. Малинецкий

О преподавании математики на естественнонаучных и гуманитарных факультетах МГУ

Рассматриваются традиции преподавания математики на естественнонаучных и гуманитарных факультетах МГУ. Обсуждается, что удалось сохранить по итогам образовательных реформ последних десятилетий, а что было утрачено и почему. Показывается неразрывная связь между содержанием и методикой преподавания с большими научно-техническими проектами, выполняемыми в стране. Предлагаются меры, позволяющие изменить ситуацию к лучшему.

Текст основан на сокращенной версии доклада в секции «Математическое образование» Межвузовской научно-практической конференции «Педагогические традиции Московского университета» 20.12.2024.

Ключевые слова: математическое образование, МГУ, большие научно-технические проекты России, компьютерно-математическая отрасль промышленности, закон Мура, искусственный интеллект, PISA, «Квант» и «Квантик»

G.G. Malinetskiy

On the teaching of mathematics at the natural sciences and humanities faculties of Moscow State University

I examine the traditions of teaching mathematics at the natural sciences and humanities departments of Moscow State University. I discuss what has been preserved and what has been lost and why during the educational reforms of recent decades. I show the inextricable connection between the content and methods of teaching with large scientific and technical projects carried out in the country. I propose measures to change the situation for the better.

The text is based on an abridged version of the report in the section “Mathematical Education” of the Interuniversity Scientific and Practical Conference “Pedagogical Traditions of Moscow University” on 12/20/2024.

Key words: mathematical education, Moscow State University, large scientific and technical projects of Russia, computer and mathematical industry, Moore’s law, artificial intelligence, PISA, “Quantum” and “Quantik”

Содержание

Университетские традиции	3
Катастрофа средней школы.....	7
Контекст высшего образования	11
Два стиля преподавания математики в МГУ.....	17
Перспектива	23
Заключение.....	26

УНИВЕРСИТЕТСКИЕ ТРАДИЦИИ

Научное мировоззрение, проникнутое естествознанием и математикой, есть величайшая сила не только настоящего, но и будущего.

В.И. Вернадский

В 1950-70-х гг. годах особенности преподавания математики на физическом и ряде других факультетов МГУ были связаны с ключевыми научно-техническими проектами, определяющими будущее страны. Результаты реализации Атомного и Космического проектов в те годы стали основой суверенитета новой России.

Атомный проект, в ходе которого были созданы атомная и водородная бомбы, электростанции, ледоколы и подводные лодки, потребовал участия около 800 тысяч человек, из которых около 10 тыс. были учеными. Исследования динамики взрыва, решение задач газодинамики и гидродинамики, исследование свойств плазмы привело к развитию математической физики и вычислительной математики и подготовке специалистов, которые могли решать возникавшие проблемы. Это нашло отражение в преподавании: было издано несколько отличных курсов математической физики, а также вычислительной математики. Большинство решавшихся задач требовало активного вмешательства компьютеров.

Космический проект, в развитии которого участвовало 1,5 млн чел. и над воплощением которого работали 1,2 тыс. заводов, потребовал расчетов траекторий межконтинентальных баллистических ракет и космических аппаратов и маневров таких систем. Это стимулировало развитие теории динамических систем. Взлет в этой области, связанный с открытием странных аттракторов и динамического хаоса, произошел позже. Вероятно, именно поэтому хороших отечественных учебников для студентов, отражающих новую математическую реальность, связанную с обыкновенными дифференциальными уравнениями, не появилось.

Разработка систем управления сложными объектами потребовала создания программирования и его развития. За считанные годы сформировалась эта новая дисциплина.

Выдающийся математик, механик, организатор науки, президент АН СССР (1961-1975) академик Мстислав Всеволодович Келдыш был первым директором Института прикладной математики (ИПМ) АН СССР. Этот институт сыграл огромную роль в реализации Атомного и Космического проектов. Создание сложных, дорогих, новых систем невозможно без множества компьютерных расчетов, позволяющих прогнозировать ход процессов в проектируемых объектах. У истоков ИПМ стояли главный конструктор космических аппаратов академик С.П. Королёв, основоположник атомной отрасли страны



Рис. 1. Создатели ракетно-ядерного щита России академики Сергей Павлович Королёв, Игорь Васильевич Курчатов и Мстислав Всеволодович Келдыш

И.В. Курчатов и выдающийся математик М.В. Келдыш, которого часто называли «главным теоретиком космонавтики» (рис. 1).

Академик М.В. Келдыш говорил, что сверхдержавы во второй половине XX в. должны владеть атомными и космическими технологиями и надежными шифрами. Это понимание тесной связи математики и ее преподавания с задачами, решаемыми страной, было характерно для многих ученых.

Академик В.И. Арнольд, подводя итог развития математики в XX в., пишет: «Вся математика делится на три части: криптография (оплачиваемая ЦРУ, КГБ и им подобными), гидродинамика (поддерживаемая производителями атомных подводных лодок) и небесная механика (финансируемая военными и другими организациями типа НАСА, имеющими отношение к ракетам).

Криптография привела к созданию теории чисел, алгебраической геометрии над конечными полями, алгебры¹, комбинаторики и компьютеров.

¹ Создатель современной алгебры Виет был криптографом короля Генриха IV во Франции.

Гидродинамика породила комплексный анализ, уравнения в частных производных, теорию групп и алгебр Ли, теорию когомологий и методы вычислений.

Небесная механика дала начало теории динамических систем, линейной алгебре, топологии, вариационному исчислению и аналитической геометрии.

Существование таинственных связей между всеми этими различными областями – самая поразительная и прекрасная сторона математики (не имеющая никакого разумного объяснения)» [1: 1,2].

Само создание отрасли, выпускающей компьютеры, было связано с оборонными задачами. В СССР это баллистические расчеты межконтинентальных ракет, при наведении которых надо считать не только много, но и очень быстро; в США это задачи криптографии.

Важность математического образования прекрасно осознавалась руководителями страны. Это отношение характеризует следующий пример. В советское время «реформаторы от образования» решили избавить советских школьников от занятий геометрией и тригонометрией в силу бесполезности этих разделов для практической жизни. В ответ на это предложение министр обороны Д.Ф.Устинов написал, что ликвидация этих разделов приведет к снижению обороноспособности страны, а поэтому нецелесообразна. Вопрос был закрыт.

В свое время мне довелось беседовать с выдающимся просветителем России, заведующим кафедрой общей физики МФТИ Сергеем Петровичем Капицей. Он рассматривал образование как ключевой элемент развития общества. «Если бы вместо миллиардов, которые тратятся на вооруженные силы, нашлись бы миллионы на образование и здравоохранение, то для терроризма не было места!» – говорил он на конференции по борьбе с терроризмом на Ближнем Востоке. Он предложил создать десяток университетов в этом регионе, что, по его мысли, полностью изменило бы ситуацию.

Обсуждая будущее нашей страны тридцать лет назад, он говорил, что ключевым элементом при таком горизонте прогноза является развитие в стране науки и образования. Поэтому на обложку нашей книги он советовал поместить улыбку Чеширского кота: «Сегодня мы

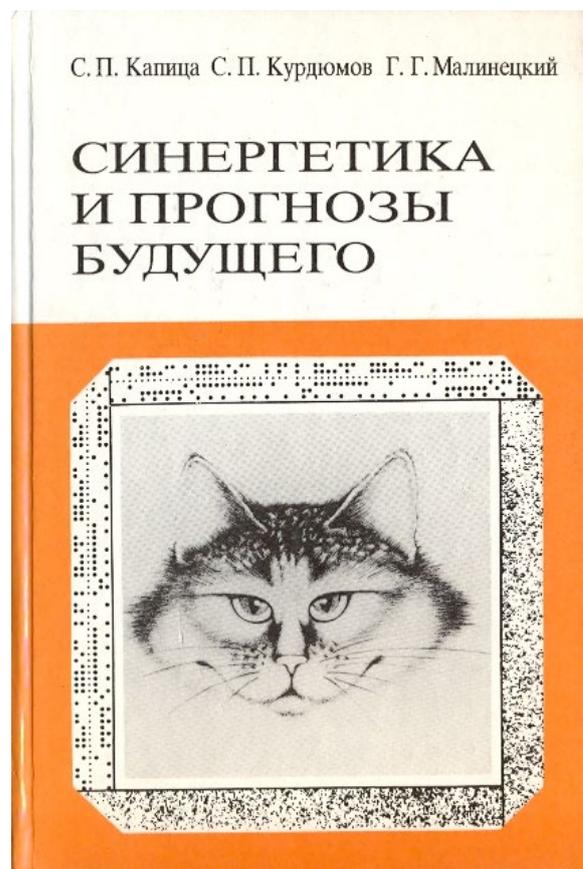


Рис. 2. На обложке книги, посвященной проектированию будущего, Сергей Петрович Капица предложил нарисовать улыбку Чеширского кота

видим только улыбку и не видим остального – будущее определится тем, что будет знать и уметь следующее поколение» [2] (см. рис. 2). С этими мыслями мне довелось беседовать с руководителями или ведущими представителями нынешних партий. К образованию в современной России имеют отношение более 70 млн чел. Сильная позиция власти по этому вопросу укрепит ее поддержку в обществе. Тем не менее партийные программы обошли вниманием этот предмет, а на прямой линии с Президентом вопросы науки и образования не обсуждались.

Сильной стороной отечественного образования в целом и в МГУ в частности было активное участие в нем выдающихся ученых. Обращу внимание только на дела сотрудников ИПМ.

В 1970 г. по инициативе академика А.Н. Тихонова при активной поддержке президента АН СССР М.В. Келдыша был создан факультет вычислительной математики МГУ (ВМК). Андрей Николаевич привлек к работе многих ведущих специалистов в области математики и компьютерных наук. Он просил на основе лекций, которые будут читать эти люди, подготовить книги. Эти книги были написаны и изданы тиражами 60-100 тыс. экз. Факультеты ВМК после этого были созданы во многих университетах страны. Заметим, что на ВМК в тихоновские времена 2,5 года преподавали физику. Потом ее значительную часть вытеснило программирование. Неочевидно, что это разумно.

Андрея Николаевича очень беспокоили неудачные результаты реформ в преподавании математики в школе. Сразу после защиты докторской диссертации его учеником В.Ф. Бутузовым (в будущем заведующим кафедрой математики физфака МГУ) он позвонил ему и сказал, что пора заняться делом – написать школьный учебник геометрии. Учебник был написан, издан, рекомендован к массовому использованию [3]. По-моему, книга получилась очень удачной.

Поступить в МГУ было нелегко – конкурс был весьма высокий. Репетиторство было исключением, ребята готовились к вступительным экзаменам сами. Общий тираж пособия для поступающих, подготовленного профессорами МГУ Г.В. Дорофеевым, М.К. Потаповым, Н.Х. Розовым [4], превысил 2 млн экз.

Стоит обратить внимание на Всероссийскую заочную математическую школу (ВЗМШ), созданную по инициативе ректора МГУ математика И.Г. Петровского и сотрудника ИПМ академика И.М. Гельфанда. Эта школа позволила рассылать пособия и задания, а также проверенные решения школьникам всей страны. Сотрудники ВЗМШ говорят, что за время ее существования эту школу закончили 70 тыс. ребят.

Огромную роль в выявлении и поддержке талантливых школьников сыграла система математических олимпиад, включившая в себя множество мероприятий: от школьных соревнований и до национального уровня. Серия задачников, подготовленных Д.О. Шклярским, Н.Н. Ченцовым (сотрудником ИПМ), И.М. Ягломом [5], показывает, насколько высок был уровень предлагаемых заданий.

Советская школа была одной из ведущих в мире. «Советы обогнали нас в космосе за школьной партией», – говорил в 1960 г. американский президент Джон Кеннеди, предпринявший ряд мер по повышению уровня школьного образования.

Реализация Атомного и Космического проектов потребовала создания двух огромных министерств и быстрого привлечения владеющей математикой молодежи для работы в данной сфере. Это удалось сделать. Ряд экспертов связывает успехи не только с энергичной организационной работой. По их мнению, были очень важны математические олимпиады, которые проводились в СССР с 1934 г. Олимпиады ясно показали возможности молодых людей: кто, что и как может сделать.

КАТАСТРОФА СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ

Мы ставим удивительный эксперимент – пытаемся дать высшее образование тем, кто не имеет среднего

Фольклор

Кризисы в истории средней школы в нашей стране бывали не раз. Чтобы понять нынешний, стоит оглянуться в прошлое. В 1931 г. Сталину доложили, что из выпускников советской средней школы не удастся вырастить врачей, инженеров, учителей, военных и представителей многих других профессий – пробелы в их знаниях слишком велики. Причина этого понятна – эксперименты в образовании. Например, один из них – «бригадный метод» учебы. Учитель вызывает отвечать не конкретного ученика, а члена некой бригады, а в бригаде ребята сами разбираются, кто будет отвечать. Полученную выбранным учеником отметку ставят всем членам бригады. Было и много других интересных новшеств.

После осознания сложившегося положения дел была предпринята сталинская реформа в образовании. В ее основе возврат к методам обучения и ряду учебников, принятых в гимназиях и реальных училищах. Анализ показывает, что в реальных училищах математику осваивали в большем объеме, чем в нашей 11-летке. Динамику этой реформы отражает рис. 3. Видно, что ударников и отличников в советской школе было очень много. На Нюрнбергском процесс генерала Гудериана спросили, что не учитывал немецкий генеральный штаб при планировании войны с СССР, и что в этой связи стало



Рис. 3. Школьная реформа 1970 г. привела к катастрофическому ухудшению качества знаний школьников

причиной поражения. По мнению Гудериана, одним из двух ключевых факторов стала культура и образованность советского солдата.

Заметим, что сейчас в серии «Сталинский учебник» переиздаются учебники той эпохи. В 1940 г. под влиянием Сталина было решено ввести логику и психологию в программу средней школы. Переизданный дореволюционный учебник логики Г.И. Челпанова, использовавшийся тогда, сейчас стал одним из бестселлеров издательства УРСС.

Дела с математическим образованием стали гораздо хуже в связи с «колмогоровской реформой». Приведу оценку известного педагога И.П. Костенко: «С 1917 года начал работать в техническом вузе и поразился негативному отношению к математике студентов. И стал мучить вопрос: почему студенты плохо понимают математику? Опыт привел к осознанию сложности принципа, на котором строились учебники (я назвал его принципом «ВТУ» – высокого теоретического уровня обучения). Он был искусственно внедрен в высшую техническую школу реформой 1960-х годов. Результат – резкое снижение успеваемости. Аналогичная реформа была проведена в общеобразовательной школе в 1970-х годах. Она уничтожила классические педагогические принципы, на которых строились русская и советская школа и которые обеспечили ей «феноменальные» (термин американцев) результаты, поразившие мир в конце 1950-х годов, когда 70% учащихся 9-10 классов верно решали задания по алгебре, геометрии и тригонометрии, то есть имели оценки не ниже «хорошо», и 80% – не ниже «посредственно»...

К сожалению, идеология ВТУ направляет наше образование по сей день. В 1997 г. академик В.И. Арнольд подтвердил диагноз: «Выхолощенное и формализованное преподавание математики на всех уровнях сделалось, к несчастью, системой» [6].

За «реформой-70» стояли решение Наркомпроса, требовавшее «коренной реорганизации постановки преподавания математики в начальной и средней школе», а также инициатива сложившейся в Академии наук «Группы-30», требовавшей реформ. Эти ученые считали, что нужно повысить «идейный уровень преподавания математики» и привести содержание обучения «в соответствие с требованиями жизни». С 1939 г. идеологом реформ, планируемых «Группой-30», стал А.Я. Хинчин. Он считал, что «программы должны быть построены так, чтобы идеи переменной величины и функциональной зависимости как можно ранее усвоились учащимся, становясь стержнем всего школьного курса математики», «самой категоричной необходимостью является введение в школьные программы оснований анализа бесконечно малых», что главной бедой является «недостаточный научный уровень подавляющего большинства нашего учительства» [7].

Еще одним тезисом «группы-30» была замена классических школьных учебников А.П. Киселёва и написание новых.

Когда пагубные последствия этой реформы стали понятны, академики А.Н. Тихонов, Л.С. Понтрягин, В.С. Владимиров и их единомышленники нача-

ли борьбу с реформаторами. По их инициативе бюро отделения математики АН СССР 10.05.1978 приняло постановление, в котором были следующие слова: «Признать существующее положение со школьными программами и учебниками по математике неудовлетворительным как вследствие неприемлемости принципов, заложенных в основу программ, так и в силу недоброкачества школьных учебников» [7].

Этот фрагмент приведен не только для того, чтобы обратить внимание на то, что и в старые добрые времена не всё в советском математическом образовании было идеально, стоит осмыслить принципы, позволяющие избежать старых ошибок в новой реальности. Сформулируем некоторые из них.

– Неразумно начинать школьные реформы, опираясь только на мнение ученых и не соотнося его с мнением и опытом школьных учителей, достигших значимых успехов.

– Нововведения следует соотносить с данными возрастной психологии, с медицинскими показателями. Наши возможности усвоить новое весьма ограничены, а у детей они во многих отношениях существенно меньше. Стоит обратить внимание на, то что специалисты Академии педагогических наук (АПН), которые должны были это ясно представлять, поддержали реформы, существенно повысившие нагрузку на ученика.

– Не должно быть усилий «протащить» в школьную реформу фрагменты, понятия, а иногда и курсы высшей школы. Это дает обратный эффект – дети перегружены, с утра до вечера делают уроки, понимая, что всё заданное выучить всё равно невозможно и на ряд заданий придется махнуть рукой. Многие из них приходят к выводу, что взрослые играют в странную игру, пытаясь вложить в их головы огромный объем знаний, который выходит за пределы их возможностей и, скорее всего, им не пригодится. Очевидный пример – введение элементов математического анализа в среднюю школу, освоение которых и для студентов дело непростое.

– Математику в школах учат уже 25 веков и довольно хорошо разобрались, как это следует делать. Цель школьной математики – не дать огромный объем знаний, а развить мышление, следуя принципу «лучше меньше да лучше». Математика – школа свободы, показывающая, что во многих случаях можно не верить, а доказывать. Наконец, этот предмет позволяет выявить тех, у кого есть способности к таким занятиям, и поддержать их. Если старые учебники и методики хороши, то вполне можно обойтись и без новых. Стоит обратить внимание на Русскую классическую школу (РКШ), созданную в середине 2000-х гг. и охватывающую дошкольную подготовку детей 4-6 лет и 11-летний цикл обучения в школе. За основу взяты и модернизированы учебные книги К.Д. Ушинского (общая методология, дошкольная и школьная словесность), учебник А.С. Пчёлко и Г.Б. Поляка (арифметика в 1-4 классах), А.П. Киселёва (арифметика в 5-6 классах), П.А. Ларичева (алгебра), М.А. Рыбкина (геометрия и тригонометрия). Количество желающих учиться в этой школе и успехи ее выпускников говорят сами за себя [8].

– Существует большая разница между «олимпиадниками» и средними школьниками. 20% будут испытывать трудности с математикой при любой школьной программе, для 70% ребят со средними способностями метод преподавания, учебники, личность учителя являются решающими факторами, 5-10% справятся с любой школьной программой. Именно за эти 70% идет борьба – без них самые талантливые олимпиадники не смогут изменить к лучшему ситуацию в стране.

Разница между средними школьниками и «олимпиадниками», связывающими свое будущее с наукой, может быть очень велика. По оценке экспертов, только 0,18% населения планеты способно к созидательному научному творчеству. Эта оценка согласуется с данными президента РАН, по мнению которого только 50 человек из 10 000 (0,05%) жителей России являются исследователями, что в два-три раза ниже, чем в странах-лидерах². Обществу очень важно найти этих людей, дать им прекрасное образование и возможность реализовать свои способности и проекты в нашем Отечестве на благо себе и всему обществу.

В 1963 г. по инициативе академика А.Н. Колмогорова была создана школа-интернат физико-математического профиля (ныне СУНЦ МГУ). Выступая на одном из заседаний педсовета, академик сказал: «Существенно, что здесь, в интернате, школьник приходит в соприкосновение с творческой мыслью. Это наш запрос, но по всем предметам!.. Метод работы – имитация научного исследования, шаг за шагом находить нечто, ...а не давать готовенькое»³. Работа этой школы за много лет принесла прекрасные результаты.

Однако перенос методов работы с «олимпиадниками» и элементов их программ в обычные общеобразовательные школы оказался неэффективным. Колмогоровский эксперимент в преподавании математики в школе это наглядно показал.

Традицией МГУ было привлечение лучших школьников России в университет. К сожалению, ее сохранить не удалось. Прояснить это можно следующим примером. в 1970-х гг. среди поступивших на физический факультет МГУ большинство читало журнал «Квант». К удивлению автора, в прошлом году выяснилось, что среди 250 первокурсников физфака никто *не знал* о существовании этого журнала. Грустные мысли вызывает недобор на ряд факультетов, имевший место в МГУ в последние годы. Это одно из проявлений общего кризиса образования в России. Нынешнюю ситуацию с преподаванием математики в России показывают международные исследования. Они проводились в рамках Международной программы по оценке образовательных достижений (Programme for International Student Assessment – PISA), в которой участвуют пятнадцатилетние школьники примерно из 80 стран. Цель программы – выяснить, как умеют ребята применять полученные знания при решении задач по математике, физике и естественным наукам и по чтению на родном языке.

² <https://nauka.tass.ru/nauka/6093679>

³ https://ru.wikipedia.org/wiki/Специализированный_учебно-научный_центр_МГУ

Математика

1.	П-Ш-Ц-Ч (Китай)	591
2.	Сингапур	569	26.	Латвия	496
3.	Макао (Китай)	558	30.	Россия	488
4.	Гонконг (Китай)	551	38.	Беларусь	472
5.	Тайбей (Тайвань)	531	43.	Украина	453
6.	Япония	527	54.	Казахстан	421
7.	Южная Корея	526	55.	Молдова	420
8.	Эстония	523	56.	Баку (Азербайджан)	419
9.	Нидерланды	519	66.	Грузия	394
10.	Польша	516	ОЭСР	среднее	489

Результаты по математике 2018 г. показаны в таблице. В Китае исследование проводилось в городах Пекине, Шанхае, Цзянсу, Чжэцзя. Видно, что результаты образовательных реформ в России и в других постсоветских государствах, кроме Эстонии, привели к серьезному отставанию от лидеров. Заметим, что математическое образование в СССР считалось одним из лучших в мире, а приведенные результаты показывают серьезный откат большинства постсоветских республик несмотря на то, что в них проводились разные реформы. [10]

– Традиционно рейтинг МГУ был очень высок. В него обычно поступали победители национальной и международных олимпиад по математике. К сожалению, эту традицию сохранить не удалось. Даже из Первого университетского лица им. Н.И. Лобачевского в Усть-Лабинске в 2024 г. в МГУ поступило всего несколько школьников. Остальные предпочли Высшую школу экономики (ВШЭ) и Московский физико-технический институт (МФТИ). В чем же дело? По словам самих школьников, с которыми удалось побеседовать, МГУ, в отличие от ВШЭ и МФТИ, слабо представлено в Интернете. Кроме того, в ВШЭ «модно, стильно, молодежно» и есть «мерчи» (по-русски говоря, это одежда, в частности толстовки, сувениры, аксессуары, подарки с символикой организации). Остается удивляться, что ключевые решения, которые могут определить судьбу, принимаются школьниками и их родителями на такой основе. Однако если не удастся заинтересовать современной математикой по существу, то остается форма, а по этой части МГУ значительно уступает конкурентам. Слабо у нас с «мерчами».

КОНТЕКСТ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Целое больше суммы его частей.

Аристотель

Ключевой стороной образования новой России является его тотальная бюрократизация. Были провозглашены и выполнялись программы информатизации, гуманизации, фундаментализации, гуманитаризации, интренетизации, болонизации, егэзации и множество других. Впечатляют аттестация и аккредита-

ция – чтобы перейти от программы 3⁺ к 3⁺⁺ университету, с которым я сотрудничаю, потребовалось привезти в министерство 1,5 тонны документов. Другими словами, это 1,5 тыс. томов. На мой вопрос к заместителю министра, кто же читает эти бесценные документы, был дан категоричный и исчерпывающий ответ: «Искусственный интеллект».

Известный педагог и математик А.В. Савватеев полагает: «Нам нужно серьезное разоблачение группы экспертов, которых я называю «30 на 30». Это 30 экспертов, которые 30 лет говорили чушь про образование, тем самым подерживая его развал. На самом деле 40 лет, это всё началось еще до распада СССР, когда советское образование стало угрозой для всего остального мира. Это вопрос суверенитета, у нас он есть или нет? Если нет, давайте его вернем» [9]. Не согласен. Мне довелось работать со многими из этих министров – это вполне разумные люди, да и где гарантия, что «новые» будут лучше «старых»?

Система образования – иерархическая структура. Те, кто находится на нижних этажах, должны выполнять то, что им велят на верхних. Конечно, можно, а во многих случаях и нужно предлагать альтернативные подходы. Но тогда, скорее всего, таких людей не услышат или сделают вид, что не услышали, либо система освободится от сотрудников, не понимающих своего места в ней.

Дело не в тактике, а в стратегии, в представлении лиц, принимающих решения, о том, каким должно быть отечественное образование и каких людей оно должно готовить. Исходная идея реформ состояла в том, чтобы разрушить советскую школу и сделать всё, как на Западе. Далее дело свелось к тому, что ломать и строить надо так, как велят западные эксперты. Интерес этих людей и стоящих за их спинами структур тоже понятен. Сильное образование, в частности математическое, было важным стратегическим преимуществом нашего Отечества. Западу в преддверии активных действий по развалу России было важно нас этого преимущества лишить. Эта задача в ходе реформ в огромной степени была выполнена. Но схватка не закончена, и нам надо постараться вернуть утерянное.

Наглядное подтверждение сказанного – исключение опыта советского образования из материалов, по которым сейчас в России учат будущих учителей. В хрестоматии, изданной ВШЭ, «Пятьдесят крупнейших мыслителей об образовании» не нашлось места для мыслей *ни одного* советского или русского педагога. Места для идей Ушинского, Макаренко или Выготского в ней не нашлось [11]. Наверно, излишне говорить, что о советском опыте в образовании предпочитают не думать и не говорить в Академии педнаук...

И отношение к проблемам образования, и очень серьезную проблему представляет ситуация с молодыми учителями. Вновь процитируем А.В. Савватеева: «Новопришедшие учителя иногда являются проблемой, но тоже не из-за того, что они плохие. Конкурс сегодня в педвузы нулевой. Там нижняя граница пропускных баллов – 35 из 100 по ЕГЭ. Это оценка в районе двойки с плюсом, тройки. Приходят и с более высокими баллами – те, кто реально хочет быть учителем. Но это какие-то фантастические подвижники, их

единицы. Большинство пошло, потому что просто так вышло, никуда не попали, пошли в школу.

Двойной отрицательный отбор...

Родители являются проблемой... С появлением родителей-недоучек проблема многократно усиливается. Родителей придется тоже переучивать когда-нибудь в школах для родителей» [9].

Проблема заключается и в том, что учителя сейчас днем с огнем не найти, и в том, что огромная часть образовательной и воспитательной деятельности, которой в советские времена занималась школа, оказалась переложена на плечи родителей. «Мамочки» оказались ключевым звеном и в средней, и в высшей школе. Время бесплатных секций и дополнительных занятий прошло: родители вынуждены «покупать» образование для своих детей – платить, платить, платить. Образование становится фактором, проявляющим и во многом определяющим социальное неравенство, а также уменьшающим долю талантливых ребят, пробивающихся в ведущие вузы... Естественно, МГУ является частью системы образования, и происходящее в ней немедленно отражается на том, что делается в университете.

В чем же заключается стратегия реформирования российского образования? Один из министров образования так пояснил суть проведенных реформ: «Недостатком советской системы образования была попытка формировать человека-творца, а сейчас задача заключается в том, чтобы взрастить квалифицированного потребителя, способного квалифицированно пользоваться результатами творчества других» [12]. Для математики такой подход разрушителен. Эта наука состоялась именно потому, что многие века поколения исследователей штурмовали нерешенные задачи, не думая, что это сделает кто-то другой за них и не надеясь на материальное благополучие.

Не секрет, что Министерство образования в течение многих лет проводило реформы под диктовку ВШЭ. О «новациях», предложенных этими деятелями, которые привели к развалу российской школы, уже говорилось много, и в ходе реанимации российского образования будет сказано еще больше. Обращу внимание только на один момент – введение в российские школы единого государственного экзамена (ЕГЭ). Инициаторы реформ считали, что это уничтожит коррупцию в средней школе. Лекарство оказалось гораздо хуже болезни.

У этой реформы много перекосов, и обращу внимание лишь на несколько.

– То, что не спрашивается, то не учится. Старшие классы сводятся к «дрессировке» ребят в рамках предметов, которые будут сдавать на ЕГЭ, при игнорировании остальных дисциплин. Рост невежества и падение культурного уровня налицо.

– Немецкий ученый Г.К. Лихтенберг писал: «Кто не понимает ничего кроме химии, тот и её понимает недостаточно». Заметим, что советские школьники, чтобы получить аттестат зрелости, сдавали 8 экзаменов по разным предметам. Китайские для получения аттестата зрелости сейчас сдают 6.

– ЕГЭ стимулировал раннее разделение школьников на «естественников» и «гуманитариев», что противоречит самой цели школьного образования и является инструментом его деградации.

– ЕГЭ «раздел» провинцию. Талантливые, подготовленные школьники уезжают в Москву или Санкт-Петербург и уже не возвращаются домой. Россия оказывается «страной столиц», реализуя императив героинь Чехова: «В Москву, в Москву, в Москву».

– Расходы родителей многократно увеличились – очень многим из них приходится нанимать репетиторов для сдачи ЕГЭ.

– ЕГЭ порождает безответственность руководства вузов. В советские времена именно вуз определял среди абитуриентов тех, из кого они смогут вырастить специалистов. Сейчас в ректоратах объясняют, что из тех, кого они обязаны принять по ЕГЭ, часть невозможно полноценно обучить. Контрольные для поступивших, регулярно приводящиеся на факультетах МГУ, показывают, что реальные знания ребят очень далеки от того, что показывает тест ЕГЭ.

– Разделение ЕГЭ на «базовую» и «профильную» части уничтожило математические знания большей части выпускников нашей страны. Сдача «базовой» части, на мой взгляд, требует знаний, не слишком выходящих за пределы школьной программы 5-го класса.

Впрочем, есть и много других инициатив руководства ВШЭ, определивших развал образования в нашем Отечестве.

Инструментом развала российского образования стало воплощение идей психолога от образования А.Г. Асмолова. Одна из самых разрушительных среди них – переход от советской предметноцентричной модели образования с акцентом на знания, умения, навыки, которые получит человек, к личностно-ориентированной модели. В последней знания учителя и ученика не очень важны, а нужно, чтобы развивалась личность последнего, причем, критерии этого развития так и остались неясными. Императив развала таков: «Мое кредо – это движение от культуры полезности к культуре достоинства. Как только образование станет культурой достоинства, в мире обретут самостоятельность личности, которые смогут стать самостоятельными людьми с критическим мышлением и чувством ответственности за свои поступки, у нас всё получится – и в стране, и в семье, и в мире». [13: 13]. Другими словами, можно ничего не знать, но делать это очень достойно. Но откуда у незнайки возьмется это достоинство, если он проигнорировал усилия множества людей, вложенные в его образование?!

Помнится, в стихотворении В.В. Маяковского есть такой фрагмент: «Крошка сын к отцу пришел, и спросила кроха: – Что такое хорошо и что такое плохо?». Отец ясно и просто ответил на вопрос малыша. С этой ясностью и простотой и решили покончить А.Г. Асмолов и его единомышленники: «Пришли времена школы неопределенности. Мир Яна Амоса Каменского с дискретной поурочной системой при всей его великости имеет исчерпанный диапазон в наши дни. Стандарты заложили вектор жизни в неопределенном изменчивом

сложном мире. И как никогда надо понять, что система подготовки этих стандартов – это система перерождения тех, кто будет их воплощать в реальную жизнь. А эта задача, с моей точки зрения, не менее сложная, чем задача, которая стояла перед Курчатовым в контексте атомного проекта. Образовательные стандарты – это атомный или космический проект для России» [13: 12-13].

Конечно, сказанное противоречит возрастной психологии. Ребенок должен вступать в устойчивый, определенный, ясный мир, который сформировали старшие и в котором есть на что и на кого опираться. В этом мире $2 \times 2 = 4$ и $a+b = b+a$, и ребенок вполне может не задавать себе вопрос, мальчик он или девочка.

И о какой новизне может идти речь, если в школе мы во множестве предметов имеем дело с истинами и, не побоимся этого слова, с абсолютными истинами? В аксиоматике Евклида верна старая добрая теорема Пифагора и корни квадратного уравнения находятся по старинке. Много веков (до появления асмоловщины, конечно) педагогов это не смущало. В школьной геометрии мы учим детей тому же, чему учили древние греки за три века до нашей эры, в алгебре – тому, что было ясно в XV в., в высшей школе, как правило, преподаватели счастливы, если студенты уверенно владеют тем, что математики выяснили в XVII в., а если еще удастся «прихватить» что-то из XVIII в., то тогда надо ставить 5+. Неуместно сопоставление с Космическим и Атомным проектами, в которых ученые и инженеры имели дело с неизвестным. Опыт царских гимназий и советских школ показывает, что педагоги в то время прекрасно понимали, чему и как учить, отвечая на потребности общества. Впрочем, нет такой простой вещи, которую нельзя сделать сложной. Это прекрасно показали портные из сказки о голем короле. Крики малыша, что король-то голый, при современной бюрократии просто не услышат или сделают вид, что не поняли, либо объяснят, что «это неформат».

«Недавно, выступая на объединенной заключительной коллегии Министерства образования и науки РФ, Евгений Ямбург сказал: «Мы ввели революционные образовательные стандарты». И пошутил: это стандарты от А до Я – от Асмолова до Ямбурга. *Стандарты – это, прежде всего, институализация определенной идеологии в нормах жизни общества.* Усвоение стандартов – это усвоение нового поведения школьной жизни в мире, где ключевыми вызовами является вызов неопределенности, сложности, разнообразия», – говорил А.Г. Асмолов [13].

Результаты произошедшей «контрреволюции в образовании» и попыток внедрить асмоловщину в школу налицо. В отличие от андерсеновской сказки, это говорит не мальчик, об этом кричат ученики, родители, учителя, педагоги, преподаватели. Это показывают результаты международных сравнений. Но всего этого не слышат, не видят и не знают ни Министерство науки и образования, ни Академия педагогических наук, ни другие структуры, руководящие российским образованием. Другое время – другие сказки.

Беда в том, что образовательная система в России распалась, что этой важнейшей для общества сферой стали заниматься случайные люди.

Программа «Образование 2030» предусматривает отказ от учителя. Она воплощается в сберклассах. Много лет протаскивали мысль об отказе от преподавателей и замене их «электронкой» руководители ВШЭ, поскольку это, по их мнению, гораздо выгоднее экономически. В самом деле, профессора может заменить видео его лекции, доцента – записи его занятия, контрольные можно заменить электронными тестами. Образование – диалог; его компьютерный суррогат, как правило, монолог. Критическим экспериментом стало массовое использование электронных средств обучения у школьников и студентов в период пандемии COVID-19. Для большинства из них эти годы оказались потерянным временем.

Наказанием для школьников, студентов, родителей и преподавателей оказались мобильники. Урок, семинар, лекция и мобильник – вещи несовместимые. Стоит обратить внимание на опыт Китая, который, судя по исследованиям PISA, является лидером в мировом образовательном пространстве. В 2021 г. в Китае ввели правило, согласно которому игровые платформы могут предоставлять услуги несовершеннолетним только с 20:00 до 21:00 по пятницам, выходным и праздничным дням. В проекте по вопросам киберпространства Китая детям до 8 лет разрешается работать со смартфонами не более 40 минут в день, детям от 8 до 15 лет – не более часа в день, а подросткам от 16 до 17 лет – не более двух часов в день [14].

В городе Чжэнчжоу (провинция Хэнань) 27.12.2024 ввели полный запрет на использование мобильных телефонов в начальных, средних и профессиональных школах. Учителя теперь не имеют права отправлять домашние задания через мессенджеры и требовать использования мобильных телефонов для выполнения домашних заданий. Принятый закон направлен на борьбу с интернет-зависимостью, на улучшение здоровья и, в частности, зрения учеников, на повышение способности ребят к концентрации⁴.

Подводя итог, можно сказать, что МГУ является важной неотъемлемой частью всей системы российского образования и разрушительные нововведения в этой сфере не обошли его стороной. Некоторые из перемен вызывают особую тревогу.

– МГУ, по сути, утратил статус университета, превратившись в набор учебных заведений, дающих узкую профессиональную подготовку. Само название происходит от латинского *universitas* – совокупность, общность. Эта общность утрачена – студенты не представляют контуры научного пространства, ограничиваясь освоением конкретной профессии. Межфакультетские курсы, на которых студенты одного факультета должны прослушать и сдать курс на другом, не изменили этой общей картины.

– Переход к Болонской системе резко снизил качество образования. На многих факультетах МГУ, как и в большинстве вузов России, так и не поняли,

⁴ <https://ekd.me/2025/01/novosti-kitaya-2-yanvary-a-polnyj-zapret-na-mobilnye-telefony-v-shkolax-huawei-snizil-ceny/>

чему и как следует учить магистров, тем более что люди, получившие образование по одной специальности, могут приниматься в магистратуру по другой, весьма далекой от исходной. Поэтому преподаватели не могут опираться на багаж из предыдущих знаний, а «напомнить» за считанные месяцы то, что они должны были освоить в течение 4 лет, невозможно.

– Бюрократизация привела к формализации. Система «Истина», фиксирующая достижения сотрудников и влияющая на их зарплату, ориентирует сотрудников на «научный вал» – увеличение числа публикаций «числом поболее, ценою подешевле».

– Создание множества филиалов привело к падению авторитета МГУ. Формирование сильных филиалов требует иной кадровой политики, а не эпизодических командировок штатных сотрудников университета, направленных на то, чтобы они за неделю-две прочитали то, что ребята должны были бы освоить в течение полугода или года, а затем принять у них соответствующий экзамен. С точки зрения образования и престижа МГУ «лучше никак, чем плохо».

– Недооценка труда преподавателей. Цель университета – учить студентов; и преподавателей, прежде всего, следует оценивать по тому, насколько хорошо они это делают, а не по имитации научной деятельности, организационной суете, степеням и званиям. Болезнь отодвигать, собственно, преподавателей на задний план характерна для многих вузов России.

– Подготовка квалифицированных специалистов требует большой, серьезной работы от тех, кто получает знания, умения и навыки, и высокой требовательности тех, кто проверяет усвоенное. К сожалению, здесь планка оказалась резко снижена по сравнению с советскими временами. На ряде факультетов традиционными стали заявления магистров, что они «заняты», что им «некогда», что «не надо терять времени», что «нам обещали, что и так поставят», что «они работают». Поразительно, что написавшие зачет приходят во многих случаях с зачетками, не дожидаясь, когда преподаватель проверит, что же они написали.

Конечно, в жизни университета были разные времена, и многие недостатки можно исправить. Для этого нужно прикладывать серьезные систематические усилия.

ДВА СТИЛЯ ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ В МГУ

Природа не храм, а мастерская, и человек в ней работник...

И.С. Тургенев

В качестве примера первого стиля преподавания математики можно привести содержание и форму организации работы кафедры математики физического факультета МГУ во времена, когда ее заведующим был профессор А.Г. Свешников (рис. 4). Цикл математических дисциплин был лучшим и



Рис. 4. Профессор Алексей Георгиевич Свешников – заведующий кафедрой математики физического факультета МГУ с 1971 по 1993 гг.

наиболее важным на всем физическом факультете. Математика – это океан. При организации учебного процесса очень важно выбрать то немногое, наиболее важное и содержательное, из этого океана, что сможет освоить студент и что позволит ему двигаться дальше.

На кафедре математики в те времена этот выбор был связан с большими научно-техническими проектами, которые реализовывались в стране. Создание ядерного оружия, развитие всего Атомного проекта потребовало специалистов, отлично владеющих математической физикой и вычислительной математикой. Академики А.Н. Тихонов и А.А. Самарский, преподававшие на этой кафедре, работали также в Институте прикладной математики, возглавляли работы по моделированию ядерных взрывов. В США создание атомной бомбы заняло около четырех лет, и примерно столько же времени эта работа потребовала в

СССР, несмотря на огромные потери нашей страны в ходе Великой Отечественной войны. Александр Андреевич Самарский не раз говорил мне и другим сотрудникам, работавшим в его отделе, что быстрый успех связан с тем, что к этой работе активно привлекали физиков, в то время как в США опирались на «чистых математиков». Дело в том, что физики не только владеют необходимыми математическими инструментами, но и представляют ход изучаемых процессов и могут отделить наиболее важное от второстепенного, что является решающим при построении математических моделей. Научная школа А.Г. Свешникова активно и успешно занималась математическими проблемами электродинамики и теории дифракции.

На основе накопленного опыта преподавания на физфаке А.Н. Тихонов и А.А. Самарский подготовили большой (на 735 страниц) курс «Уравнения математической физики». В аннотации к книге они писали: «Изучение каждого типа уравнений начинается с простейших физических задач, приводящих к уравнениям рассматриваемого типа. Особое внимание уделяется математической постановке задач, строгому изложению решения простейших задач и физической интерпретации результатов. В каждой главе помещены задачи и примеры. В основу книги положены лекции, читавшиеся на физическом факультете МГУ» [15: 2]. К этому учебнику был издан задачник объемом 699 страниц [16].

Мне довелось пользоваться и учебником, и задачником. Конечно, их объем не позволяет освоить весь материал в деталях, тем не менее эти ясные, простые книги со множеством примеров и решений оказались очень полезными

для физиков. Создавать устройства, приборы, строить модели гораздо легче, если есть «конструктор» из уже решенных задач.

Разумеется, выбор связан с тем, что если на чем-то делать акцент, то что-то следует излагать кратко либо не рассматривать. Теория функций комплексного переменного – гигантская отрасль, в которую внесли свой вклад многочисленные исследования, проведенные после того, как великий Леонард Эйлер заложил ее основы в Санкт-Петербурге. По этому предмету есть огромные, прекрасно написанные учебники. Тем не менее ограничения этого замечательного подхода тоже понятны. Это класс двумерных отображений специального вида на плоскости. В нем есть удивительные приложения и замечательные задачи. Один из преподавателей МФТИ на экзаменах временами просил студентов отобразить внешность креста на внутренность горба. Тем не менее возможности обобщить эту теорию на более сложный класс задач весьма ограничены. Поэтому на физфаке этот курс излагался кратко, а учебник по нему А.Г. Свешникова и А.Н. Тихонова я считаю одной из лучших книг по математике – она читается на одном дыхании [17].

Успехи в математическом моделировании привели А.А. Самарского к идее *вычислительного эксперимента* [17]. Эта концепция была популярна несколько десятилетий. Во многих случаях натурный эксперимент сложен, опасен или невозможен. Теоретический анализ с помощью карандаша и бумаги можно использовать для очень небольшого круга задач. Однако когда мы знаем уравнения, описывающие изучаемый процесс или систему, то компьютер позволяет во многих случаях провести необходимые расчеты и получить ответ на заданный вопрос, а иногда и получить принципиально новые результаты, сделать открытие. Однако для этого надо замкнуть цикл: *Исследуемый объект* → *Математическая модель* → *Алгоритм* → *Программа* → *Исследуемый объект*.

Эта идея долго встречалась в штыки. «Положение безальтернативно, – так или иначе ученым и инженерам придется прийти к вычислительному эксперименту», – не раз говорил мне А.А. Самарский в 1980-е гг. Он был прав – эта технология познания проложила себе дорогу во многих областях, без нее ряд используемых высоких технологий был бы невозможен.

Тем не менее и этот подход столкнулся с принципиальными ограничениями. Это «проклятие размерности» – сложные модели, описываемые не схожими, а различными уравнениями, выходят за пределы вычислений, доступных компьютерам. Набор коэффициентов и количественных данных, необходимых для вычислительного эксперимента, может оказаться слишком малым, так что натуральных экспериментов, необходимых для того, чтобы всё это выяснить, может потребоваться слишком много. Наконец, редкие события, которыми нельзя пренебречь, малые и большие параметры, а также нелинейность многих процессов дополняют эту картину.

Стоит сказать несколько слов о кафедре математики в те добрые старые годы. Алексей Георгиевич Свешников утверждал, что на кафедре работают очень талантливые люди, занимающиеся интересными, перспективными зада-

чами, и мы – студенты – были в этом уверены. На первом курсе математический анализ – основополагающий курс для физиков и математиков – читал профессор Юрий Николаевич Днестровский. Простота, ясность и точность. В конце каждой лекции был пример с числом 27.

На 27-й лекции наш поток подарил ему свиток с благодарностью за эти лекции. Позже мне довелось знакомиться со многими курсами матанализа, но курс Днестровского был лучшим. Очень жаль, что Юрий Николаевич не представил его в виде книги.

Нашим семинаристом был Вячеслав Иванович Телегин. Конечно, мы решали примеры из классического задачника Демидовича. Эта книга пользуется международной известностью. Китайцы выпустили «Антидемидовича» в 6 томах. После многих задач В.И. Телегин показывал, как без громоздких вычислений можно получить такой же или приближенный ответ. Это напоминало магию.

Компьютерный эксперимент требует эффективных численных методов. Их нам читал сотрудник ИПМ Николай Николаевич Калиткин [18]. Он излагал всё настолько наглядно и ясно, что сразу возникал соблазн не ходить на лекции. Потом был зачет, на котором каждому давали задачу. После правильно решенной давали следующую, после неправильной объясняли, почему это не то, что нужно, и отправляли думать дальше. При этом никакой «дисциплины» не было: можно было ходить, пользоваться любыми книгами, консультироваться у всех, готовых обсуждать численные алгоритмы. Задачи были непростыми, особенно для тех, кто не ходил на лекции. Зачет, как я помню, продолжался с утра до вечера. Когда кончилось время, на которое нам выделили аудиторию, то зачет был перенесен на скамейки вокруг памятника Ломоносову. Огромное уважение и доброжелательность к студентам и понимание, что решая задачу, студент здесь и сейчас может придумать что-то неожиданное и интересное, отличало эти зачеты. Через много лет я поинтересовался у Николая Николаевича, стоит ли так организовывать прием зачетов. «Конечно, стоит. Мой опыт показывает, что 30% знаний по численным методам студенты получают в ходе зачетов и экзаменов», – услышал я в ответ.

Есть и другой подход к преподаванию математики, которому следуют многие преподаватели механико-математического факультета МГУ. Разницу очень легко увидеть, просто взяв задачи вступительных экзаменов на физфак и мехмат. Не следует думать, что один хуже, другой лучше. Прекрасно, что есть оба. И работа писателя, и работа филолога заслуживают уважения, если люди хорошо этим занимаются.

Что такое «понять»? Это, на мой взгляд, значит построить цепочку рассуждений и аналогий, которая позволяет свести сложный вопрос или задачу к простейшим сущностям, очевидным для понимающего. Дело в том, что у математиков с мехмата и физфака эти сущности различны. Первых привлекают общность, строгость, единство с другими областями математики. Таков их выбор. Судя по биографии Эйнштейна, он делал выбор между занятиями физикой

и математикой. Последняя, по его представлениям, слишком велика, и трудно понять, какие задачи являются главными. С физикой проще – главными сущностями в ней являются время и пространство. Поэтому и выбор он сделал в пользу физики.

Для примера можно привести книгу академика В.И. Арнольда «Лекции об уравнениях с частными производными» [19]. В ней фигурируют идеи аналитической геометрии, понятие лежандровости, прослеживается связь с теорией групп и алгебраической геометрией. Вероятно, это очень близко абстрактным математикам, имеющим дело с такими сущностями, но далеко от наглядных образов и физической конкретики, с которой имеют дело математики, связанные с физикой, химией и многими другими дисциплинами. Конечно, это прекрасный факультативный курс. Как сказал мне один студент, которому я рекомендовал эту книгу: «Всё очень интересно, но это курс для тех, кто и так всё знает».

Математику определили две большие исследовательские программы. Первую создал Гильберт, предложив 23 задачи, которые исследователи должны были решить в XX в. Во многом она ориентирована на решение внутренних проблем математики, на приоритет алгебры. Положив в основу понятие множества, группа французских математиков под псевдонимом Бурбаки выпустила более 30 томов, выстраивающих математическое знание и не озабоченных чертежами и пояснениями связи вводимых сущностей с тем, что лежит вне математического пространства.

Программа Пуанкаре, напротив, исходила из того, что источником развития математического знания станут задачи квантовой механики и теории относительности, и делала акцент на геометрических сущностях. Именно программа Пуанкаре оказала огромное влияние на развитие математики и всего естествознания в XX в. Однако приоритеты меняются – и исследования продолжаются.

В каком стиле надо преподавать математику на химическом и психологическом факультетах, у экономистов, историков, на многих других факультетах МГУ, включая подготовку механиков на мехмате МГУ? Ответ очевиден – в стиле физического факультета, сообразуясь с теми моделями, алгоритмами и проблемами, с которыми столкнутся выпускники соответствующих факультетов. На всех этих факультетах работают преподаватели мехмата, делая акцент на абстрактных понятиях и на «мехматовском видении» математики.

К чему это приводит? Приведу поразивший меня пример. Мне довелось консультировать по матанализу первокурсника химфака, в прошлом победителя Всероссийской олимпиады по химии. В самом начале занятий он поинтересовался у меня: «Математика сейчас как теология? Надо точно выучить все мантры и пересказать их преподавателю, когда он попросит?» Я попросил конспект лекций и убедился, что нужно вложить большие усилия, чтобы перевести используемые абстракции на понятный вчерашнему школьнику язык. В конце концов, мы разобрались с отличиями теологии от курса матанализа, который им читали, но это было нелегко. Большинство же выпускников химфака по-



Рис. 5. Юлий Александрович Данилов – прекрасный преподаватель и блестящий лектор, подаривший нам переводы 112 книг классиков математики и физики



Рис. 6. Владимир Юрьевич Крылов – профессор, один из создателей математической психологии в России и автор блестящего курса математики для студентов-психологов в МГУ

прежнему считают, что самый сложный предмет в ходе обучения – квантовая химия, потому что «там много математики».

Но, может быть, «химическое мышление», складывающееся у студентов, отторгает математические сущности? Например, философ, социолог и автор классификации наук Огюст Конт (1798-1857) считал, что вредно и разрушительно использование математических понятий в химии, а также что математикам ни в коем случае не следует разбираться с тем, что делают химики.

Замечательный ученый и педагог Юлий Александрович Данилов, читавший курс нелинейной динамики и теории самоорганизации на химфаке МГУ, убедил меня в обратном (см. рис. 5). *Теория самоорганизации*, или *синергетика*, имеет в своей основе аналогию или совпадение математических моделей, описывающих открытые нелинейные системы, далекие от равновесия. Модели, алгоритмы, подходы, рассматриваемые в синергетике, используются в физике, химии, механике, социологии, психологии, экономике и во многих других дисциплинах [20]. Юлий Александрович был очень активным и талантливым человеком – им было переведено 112 книг по физике и математике с разных языков, включая венгерский. На его лекциях на химфаке был аншлаг – студенты от 1-го до 5-го курса, аспиранты и преподаватели занимали весь зал, а иногда стояли и в проходах. Он рассматривал очень простые, базовые модели, связывал их с задачами, которые решают химики, и рассказывал о творцах этих новых представлений. Очень жаль, что не осталось видеозаписей этих блестящих лекций, но даже и их краткий конспект производит большое впечатление [21].

Критический эксперимент, на мой

взгляд, был поставлен выпускником мехмата МГУ, одним из создателей математической психологии Владимиром Юрьевичем Крыловым (см. рис. 6). Он работал в ИПМ, а позже в Институте психологии РАН. Его попросили прочитать курс математики будущим психологам, которые, следуя сложившейся традиции, боялись этой дисциплины как огня. В аудитории напротив тот же курс читал преподаватель мехмата, начиная его с понятия числа, пределов, бесконечно малых.

Крылов начал курс с простейших моделей рефлексивных процессов, с «алгебры совести». Вначале, следуя расписанию, число студентов в обеих аудиториях было одинаковым, но довольно быстро студенческая масса психологов «перетекла» в аудиторию, где читал Владимир Юрьевич, а кое-кто начал работать в его лаборатории.

Математика велика и прекрасна. На каждом факультете МГУ ее можно преподавать отлично, делая опорой для будущего специалиста. Важно это осознать и приложить необходимые усилия.

ПЕРСПЕКТИВА

Лучший способ предсказать будущее – создать его.

А. Линкольн

В 1960-х гг. имела место дискуссия между президентом АН СССР академиком М.В. Келдышем и выдающимся физиком А.Л. Арцимовичем. Последний считал, что «наука – лучший способ удовлетворять личное любопытство за государственный счет». Он следовал *ценностной ориентации* исследований: неважно, чем заниматься – главное делать это на высоком уровне. В то время наука в СССР считалась непосредственной производительной силой, страна была научной сверхдержавой, а научное сословие пользовалось большим уважением и поддержкой.

По мнению М.В. Келдыша, если рассматривать науку не как занятие любознательных профессоров, а как важный социальный институт, то ситуация должна быть совершенно иной. Следует выбрать один-два крупных научно-технических проекта, поддержанных руководством страны и народом, которые позволят выйти обществу на новый, более высокий уровень развития. Эти проекты определяют и направления фундаментальных исследований.

Наличие одного или двух проектов определяется не дефицитом денег, а трудностью найти эффективную руководящую команду для программ такого масштаба, а также ограниченностью возможностей государственных структур поддерживать большие проекты. Это *целевой подход* к научным исследованиям.

История показала, что М.В. Келдыш был прав. Большими советскими проектами были Атомный и Космический. Именно им на посту президента АН СССР М.В. Келдыш уделял основное внимание. Результаты их выполнения определяют сейчас суверенитет новой России. Велика роль математики в вы-

полнении этих программ. К этому времени относится и взлет математического образования. В 1960-х гг. на мехмате работало около 400 научных семинаров.

Какими же могут быть большие проекты новой России, которые определят среди прочего и развитие математического образования в МГУ и в других вузах страны?

Первый проект – освоение и развитие компьютерного пространства, начиная от создания собственных компьютеров и алгоритмов работы с данными и кончая искусственным интеллектом.

Если считать биосферу первой природой, техносферу – второй, то сейчас на наших глазах развивается третья природа – информационно-телекоммуникационное пространство. В мире работает 6,2 млрд компьютеров, 5,44 млрд человек пользуются интернетом, из них 131 млн – в России. Современные компьютеры стали считать в 10^{18} раз быстрее, чем первые вычислительные машины. При этом быстродействие компьютеров Q растет со временем t по закону Мура, то есть в геометрической прогрессии (в одинаковое число раз за одинаковые промежутки времени) (см. рис. 7): $Q \sim 2^{t/\tau}$, где $\tau \approx 2$ года.

Математика из сферы науки преобразилась в гигантскую сферу экономики – компьютерно-математическую промышленность, капитализация ряда ведущих компаний в которой превышает триллион долларов.

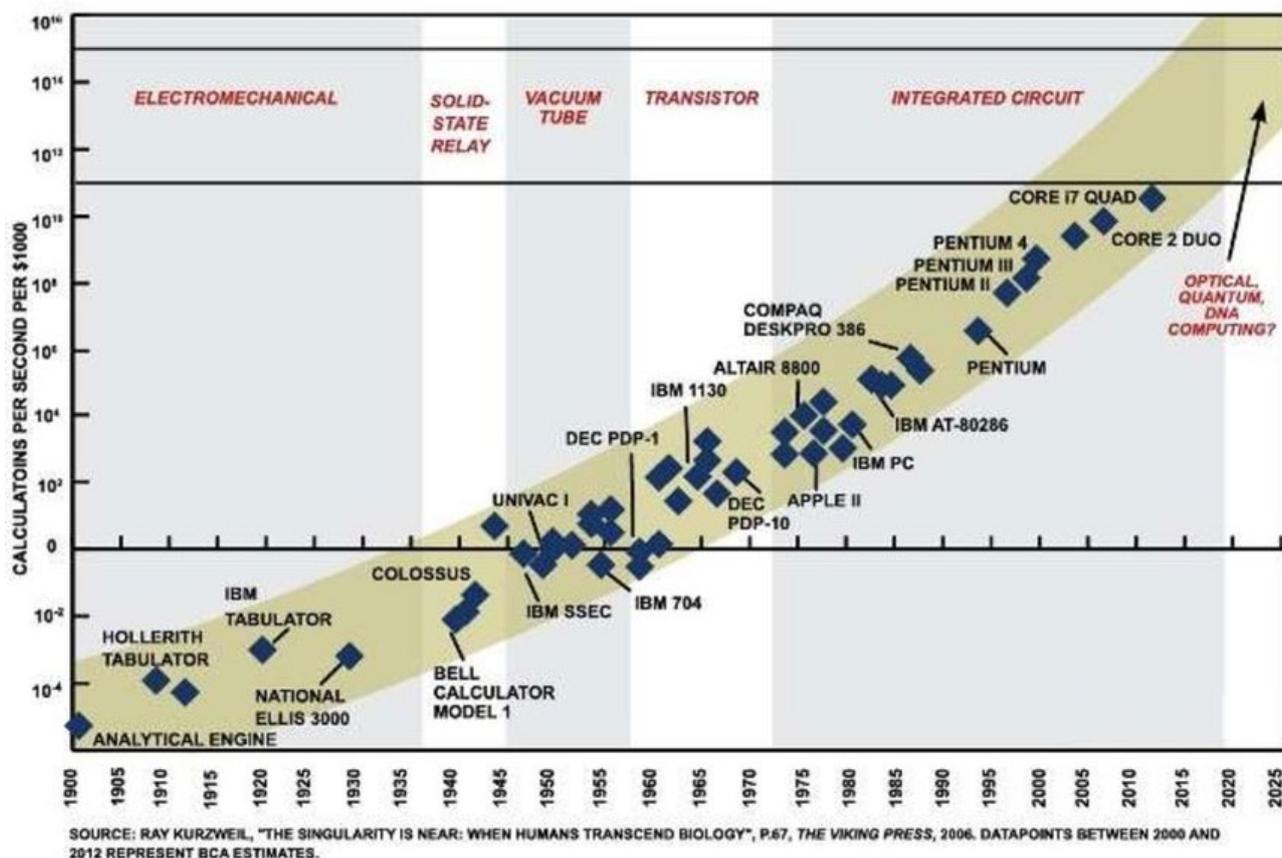


Рис. 7. График, иллюстрирующий закон Мура.

По оси абсцисс – время, по оси ординат – число операций, которое компьютеры производили за одну тысячу долларов

К сожалению, Россия не участвует сегодня в этой компьютерной гонке – у нас нет своих мобильных, планшетов, персоналок, суперкомпьютеров, маршрутизаторов и многого другого. Это уже сейчас имеет серьезные геополитические, геоэкономические и геокультурные последствия. Когда некоторое время назад я поинтересовался у лауреата Нобелевской премии по физике Ж.И. Алферова, как, располагая определенными средствами, повысить обороноспособность страны, он ответил не задумываясь: «Эти средства надо вложить в создание своей элементной базы. От 80 до 95% возможностей современного оружия определяется электроникой, которая в него «защита». Кроме того, это необходимо для новой индустриализации страны».

Естественно, развитие этого проекта существенно меняет математическое образование. Начиная с XVII в. в нем во главу угла ставился анализ бесконечно малых в разных ипостасях – математический и функциональный анализ, дифференциальные уравнения и математическая физика – непрерывная математика. Пришла пора дискретной математики – теории алгоритмов, комбинаторики, языков программирования, криптографии, теории графов, алгебры. Это другой мир и другие акценты в образовании. Представление о курсах, которые здесь возникают, дает, например, книга [22].

Особое внимание следует обратить на искусственный интеллект (ИИ). На принципиальное значение этой сферы указывает и президент страны: «Искусственный интеллект – это будущее не только России, но и будущее всего человечества. Здесь колоссальные возможности и трудно прогнозируемые сегодня угрозы. Тот, кто станет лидером в этой сфере, будет властелином мира. И очень бы не хотелось, чтобы эта монополия была сосредоточена в чьих-то руках, поэтому мы, если мы будем лидерами в этой сфере, также будем делиться этими технологиями со всем миром, как мы сегодня делимся атомными технологиями, ядерными технологиями»⁵. Еще президент добавил: «Но чтобы не стоять в конце очереди, нужно над этим работать уже сегодня».

Перспективы развития этого проекта огромны. Один из ведущих специалистов в области ИИ Кай-Фу Ли утверждает, что через 10-15 лет половина работающих в США останутся без того дела, которым занимаются сейчас. Их заменят компьютеры и ИИ [23]. Кай-Фу Ли считает, что сверхдержавами искусственного интеллекта являются США и Китай. Очевидно, стоит и нам приложить усилия, чтобы в число сверхдержав вошла и Россия.

Направление, связанное с ИИ, является междисциплинарным. В его основе лежат попытки отразить в алгоритмах принципы построения структуры и динамики головного мозга.

Математическая идея развития этого направления очень проста. Алгоритм обратного распространения ошибок, играющий в нем ключевую роль, является воплощением метода Ньютона решения алгебраического уравнения $x = \varphi(x)$. Однако потребовались более 60 лет и большие усилия, чтобы на этой

⁵ <http://kremlin.ru/events/president/news/55493>

основе создать программы, переводящие на сотню языков, выигрывающие у людей в шахматы и го, способные писать картины и музыку в соответствии с заданием, сдавать экзамены, писать курсовые работы и речи в подтверждение или опровержение заданного тезиса.

Как и говорил академик М.В. Келдыш, большие проекты часто приводят к глубоким фундаментальным результатам. Нобелевская премия по физике в 2024 г. была присуждена Джону Хопфилду и Джеффри Хинтону «за открытия и изобретения, обеспечившие возможность машинного обучения нейросетей». Нобелевская премия по химии в 2024 г. была присуждена Дэвиду Бейкеру, Денису Хассабису и Джону Джамперу «за изучение структур протеинов». Ключевую роль в этом исследовании сыграл ИИ.

Второй большой проект – *освоение биологического пространства, новая медицина, биотехнологии*. Пандемия COVID-19 показала, что именно биологическое пространство является важнейшей сферой уязвимости человечества. Мы понимаем и умеем в этой области гораздо меньше, чем хотелось бы. Остается надеяться на прорыв в ней. Он самым тесным образом будет связан с математикой и применением компьютеров. Цена секвенирования генома человека, определяющего его наследственную информацию, за 10 лет упала в 20 тыс. раз. Из исследования, находившегося на переднем крае науки, это стало стандартным медицинским анализом. Реализация проекта «Геном человека» дала огромный экономический эффект и кардинально изменила медицину, фармацевтику, правоохранительную и военную сферы, а также многие другие области.

В 2020 г. лауреатами Нобелевской премии по химии стали Дженнифер Дудна и Эммануэль Шарпантье за создание «генетических ножниц» – технологии CRISPR/Cas9 – инструмента, позволяющего изменять с высокой точностью молекулу ДНК, определяющую наследственность растений, животных, микроорганизмов, человека. Это ключ к стремительному ускорению эволюции, к созданию новых организмов с огромными возможностями и очень серьезными рисками.

Без компьютеров и здесь не обойтись. Геном – это гигантский текст, состоящий примерно из 3 млрд миллиардов букв А, Т, Г, Ц. Ближайшая аналогия – огромная библиотека из трех тысяч томов. Мы живем около 3 млрд секунд, поэтому сами не можем «прочитать» написанное в геноме. Естественно, на помощь приходят компьютеры. Здесь есть свои модели, алгоритмы, проблемы, достижения. Не стоит обходить вниманием этот стремительно развивающийся проект, роль которого со временем будет расти.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Всматриваясь в величественное здание Московского университета – ведущего российского вуза, готовящего исследователей – обычно думаешь, что он является во многом схожим со всей Россией. И он, и вся наша страна имеют славное прошлое, решают сложные проблемы в настоящем и прикладывают

усилия, чтобы построить достойное будущее. «Железный канцлер» Отто фон Бисмарк как-то сказал: «Русские долго запрягают, но быстро едут».

Университету пришла пора «ехать», чтобы не отстать от стремительно меняющихся мировых реалий, чтобы не оказаться «последним в очереди», а напротив, быть впереди.

Прошлое показывает, что мы добивались наибольших успехов, когда связывали научную деятельность с крупными научно-техническими проектами, которые определяли будущее страны. Видимо, так же надо действовать и сейчас.

Со второй половины XX в. стало ясно, что системные свойства обычно оказываются важнее отдельных структур. Очевидно, это относится и к такой большой и сложной системе, каковой оказывается университет. Отдельные исследования, курсы, люди не решают вставших проблем. Нужны системные изменения и курс на мобилизацию, которую требует нынешнее время.

Именно в этом контексте пересмотр подходов к организации математического образования в университете будет естественным, понятным и необходимым.

Императивы подобных перемен в свое время обозначил выпускник физфака, легендарный ректор МГУ (1973-1977) академик Рэм Викторович Хохлов. Под его началом университет стал лидером в области нелинейной оптики, которой в то время в стране уделялось огромное внимание.

В историю вошли его фразы: «Вуз должен давать студенту не столько конкретные знания, сколько основу духовного богатства человечества и метод познания новых явлений, равно как и преобразования мира», «Надо набрать хороших ученых и не мешать им работать», «РАН не должна быть местом, где царит архаичность». Он обозначал в свое время перспективу развития широких межфакультетских связей, взаимодействия коллективов в решении системных задач науки и образования.

Проблемы, стоящие перед МГУ и нашей страной, гораздо масштабнее и сложнее, чем те, которые решались во времена Р.В. Хохлова. Впрочем, в истории были времена, когда перед нами стояли еще более серьезные вызовы, с которыми страна и университет достойно справились. Будем надеяться, что справятся и сейчас.

Литература

1. Математика: Границы и перспективы / Пер с англ. Д.В.Аносова и А.Н.Паршина. – М.: Фазис, 2005. – 624 с.
2. Капица С.П., Курдюмов С.П. Малинецкий Г.Г. Синергетика и прогнозы будущего. Самоорганизация. История. Кн.1 / Изд 4-е. – М.: URSS, 2020. – 152 с. – (Синергетика: от прошлого к будущему. №3)
3. Бутузов В.Ф., Кадомцев С.Б. и др. Геометрия 7-9. – М.: Просвещение, 2014. – 390 с.
4. Дорофеев Г., Потапов М., Розов Н. Математика для поступающих в вузы / 8-е изд. – М.: Дрофа, 2007. – 666 с.

5. Шклярский Д.О., Ченцов Н.Н., Яглом М.М. Избранные задачи и теоремы элементарной математики. Ч.1. – М.: Физматлит, 2016. – 604 с.
6. Костенко И.П. Реформы школы и качество образования // Эксперт. 2022, №36, с.61.
7. Костенко И.П. Реформа школьной математики 1970-1978 гг. К 40-летию «Колмогоровской реформы» // Alma mater (Вестник высшей школы). 2011, №8, с.78-81. <https://almavest.ru/ru/node/1256>.
8. Краснова В. Ура, завтра в школу! // Эксперт. 2022, №36, с.58-71.
9. Юлаев А. Массовое образование в РФ мертво: Интервью с Алексеем Савватеевым у труппа русской средней школы // БИЗНЕС-Online, 2021. <https://www.business-gazeta.ru/article/528828>
10. Сиренко С.Н. Образование в Союзном государстве в цифровую эпоху: Международный опыт и направления модернизации / Проектирование будущего. Проблемы цифровой реальности. – М.: ИПМ им. М.В.Келдыша, 2020. Вып.3, с.200-210.
11. Пятьдесят крупнейших мыслителей об образовании: От Конфуция до Дьюи / Пер. с англ. Н.А.Мироновой / Под науч. ред. М.С.Добронравовой. – М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2012. – 424 с. – (Теория и практика об образовании)
12. Мартынов Г. Квалифицированный потребитель. А кто это? <https://proza.ru/2016/09/22/856>
13. Интервью А.Г. Асмолова И.М. Логвиновой: «Учитель – мастер порождения смыслов в школе неопределенности» // Отечественная и зарубежная педагогика. 2016, № 4(31), с.8-13. <https://cyberleninka.ru/article/n/intervyu-a-g-asmolova-i-m-logvinovoy-uchitel-master-porozhdeniya-smyslov-v-shkole-neopredelennosti>
14. Джаббаров Д. Китайским детям запретят свободно пользоваться смартфоном и интернетом // Газета.ру. <https://www.gazeta.ru/tech/news/2023/08/02/20991974.shtml>
15. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики / 6-е изд. – М.: МГУ, 1999. – 798 с.
16. Будаков Б.М., Самарский А.А., Тихонов А.Н. Сборник задач по математической физике / Изд. 3-е. – М.: Наука, 1980. – 688 с.
17. Свейников А.Г., Тихонов А.Н. Теория функций комплексной переменной / Изд. 6. – М.: Физматлит, 2005. – 336 с. – (Курс высшей математики и математической физики)
18. Калиткин Н.Н. Численные методы: учеб. пособие / Изд. 2-е. – СПб: БХВ-Петербург, 2011. – 592 с. – (Учебная литература для вузов)
19. Арнольд В.И. Лекции об уравнениях с частными производными. – М.: МЦНМО, 2017. – 182 с.
20. Малинецкий Г.Г. Синергетика – новый стиль мышления: Предметное знание, математическое моделирование и философская рефлексия в новой реальности. – М.: URSS, 2022. – 288 с. – (Синергетика: от прошлого к будущему. №105; Будущая Россия, №35)
21. Данилов Ю.А. Лекции по нелинейной динамике. Элементарное введение / Изд.5, испр. и доп. – М.: Либроком, 2013. – 208 с. – (Синергетика: от прошлого к будущему. №26)
22. Применко Э.А. Алгебраические основы криптографии. – М.: URSS, 2022. – 288 с. – (Основы защиты информации, №9)
23. Ли К.-Ф. Сверхдержавы искусственного интеллекта: Китай, Кремниевая долина и новый мировой порядок. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2019. – 240 с.