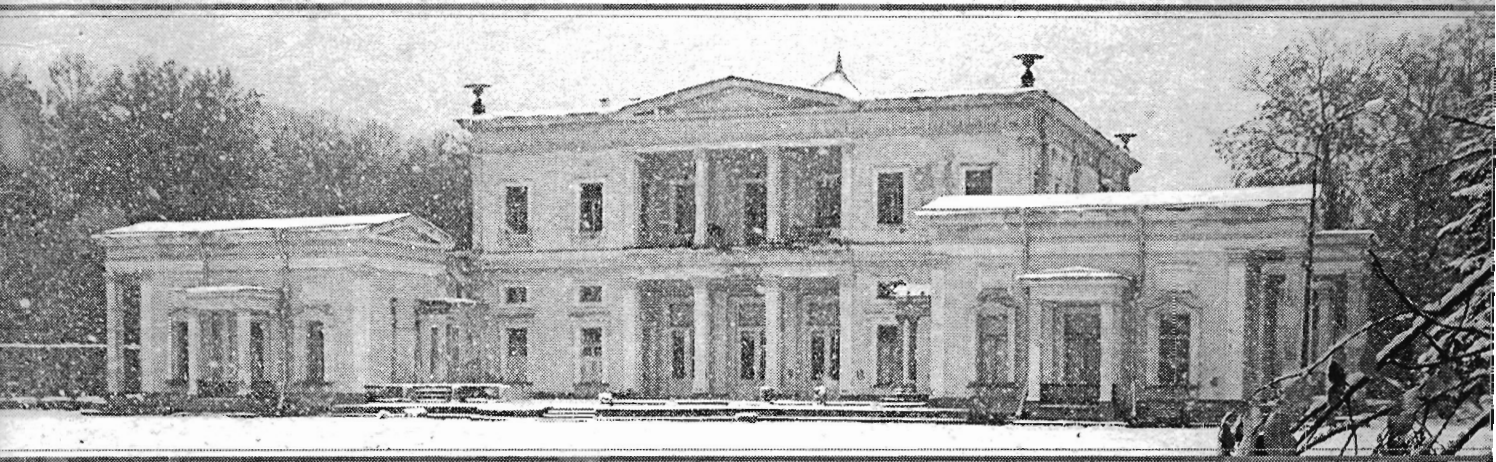


Санкт-Петербургский УНИВЕРСИТЕТ

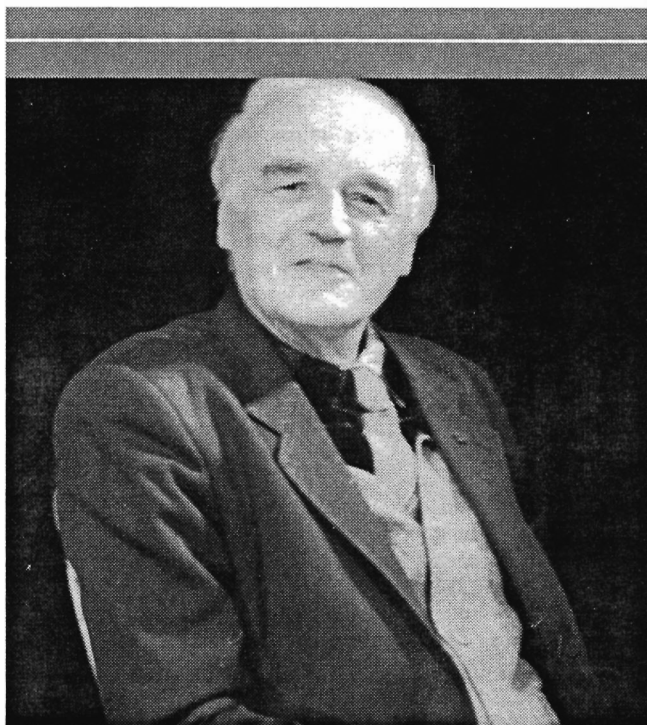


HIC TUTA PERENNAT



Упущенные возможности

И возможность наверстать упущенное



Г.Г.Меньшиков

Из биографической справки:

Григорий Григорьевич МЕНЬШИКОВ заведует кафедрой с 1984 года. Награжден медалью «250 лет города Ленинграда», почетным знаком «Изобретатель СССР», почетным званием «Заслуженный деятель науки и техники Российской Федерации». В 1995 году избран действительным членом Академии телекоммуникаций и информатики (АТИ). Член диссертационных советов в СПбГУ и ЛЭТИ. Подготовил более 230 научных статей, учебных и учебно-методических пособий, изобретений, монографий, в том числе зарубежных публикаций.

Области научных интересов: точность вычислительных процессов и применение локализационного подхода к проблемам точности аналоговых и цифровых систем; передача информации в радиотехнических системах; создание и исследование элементов и устройств вычислительной техники; реконструкция учебных математических курсов.

Как приятно принадлежать сообществу, про которое можно сказать «изобретено у нас», «мы авторы метода»... И грустно порой становится, когда узнаешь об историческом факте или встречаешься с ситуацией, великим классиком обозначенными как «...А счастье было так возможно, Так близко...». Правда, Александр Сергеевич Пушкин был знатоком в области чувств и эмоций, мы же с заведующим кафедрой математической теории микропроцессорных систем управления факультета ПМ-ПУ профессором Григорием Григорьевичем МЕНЬШИКОВЫМ говорили не о «науке страсти нежной», а о математике и людях, ее развивающих.

Наше Отечество, увы, своих пророков часто не замечает, возводя в ранг первооткрывателей и великих просто сумасшедших. Конъюнктурные идеи, в отличие от судьбоносных, присутствуют во все времена. Но это так, лирическое отступление. Если же говорить о сути математической проблемы, то заключается она вот в чем. Человек давно осознал размытость числовых характеристик явлений в реальном мире. «Во времена Архимеда, — рассказывает Г.Г.Меньшиков, — человечество не знало других величин, кроме натуральных чисел и обыкновенных дробей. Архимед же понимал, что не всякая величина выразима в этих числах. Он искал в дробях границы отношения длины окружности к диаметру. Установленное им знаменитое неравенство

$$\frac{223}{71} < \pi < \frac{22}{7}$$

положило начало тому, что сейчас называется интервальным подходом к описанию числовых характеристик разного рода явлений и процессов».

Не будем останавливаться у каждого верстового столба истории математической дисциплины, вернемся в компьютерный век, поскольку именно при появлении вычислительных машин ситуация с размытостями «границ» только обострилась.

Еще из школьного курса математики мы помним, что если у нас получилось число 23,33..., мы его округляем до 23,33. Если — 23,66..., то оно у нас будет 23,7. Так же считает и компьютер, обученный человеком. Но в природе-то эти «хвосты» в виде бесконечных дробей остаются и «живут». А человек, продолжая расчеты, эти хвосты множит и множит. Таким образом возникает погрешность.

«Инженеры — создатели технических устройств, применяют числовые характеристики комплектующих деталей в виде номинала или допуска, — объясняет профессор. — Например, указанием 10 кОм, 5% завод-изготовитель гарантирует, что истинное сопротивление резистора в килоОмах находится в пределах промежутка (9.5—10.5). В анализе и вычислительной математике давно стало нормой описывать разного рода погрешности как неравенствами, так и функциями того или иного вида с участием неопределенного параметра,

для которого известен лишь промежуток, заключающий его значение. Погрешность неконтролируема. Она бывает ограничена по своим последствиям, но может привести к нарастающему результату. Погрешность существует, но ею пренебрегают

— *Правильно ли я поняла вас, профессор. Компьютер, в точные расчеты которого особенно верят люди, часто с ним не связанные, может выдать неточный результат из-за этой самой погрешности... и вот вам столкновение в воздухе самолетов или трещины в фундаменте здания?*

— Совершенно верно. Считается, что чем больше разрядов имеет машина, тем точнее она считает. Но это наивно, так как у компьютера ограниченные возможности, конечные ресурсы, какой бы мощной моделью ни была машина. Практика человеческой жизни, появление новых задач опережают возможности даже самых современных супермощных компьютеров. На мой взгляд, изобретение компьютера — возможность использования врущей машины. Человек должен знать, как грамотно им пользоваться.

— *Как?*

— Знакома вам фамилия Брадис?

— *Конечно, в школьную пору довелось решать задачи с помощью его логарифмических таблиц.*

— Но мало кому известна другая, гораздо более серьезная сторона его научно-педагогической деятельности. С середины 20-х годов он проповедовал метод границ как способ организации вычислений, приводящий к достоверным двусторонним границам точного значения вычисляемого результата. Он работал в Тверском педагогическом институте и выступал с научно-методическими произведениями, начиная с 1927 по 1975 год. Что значит метод границ, им проповедуемый? Предположим, вам нужно сложить два числа, в точности неизвестных, но для которых известны двусторонние неравенства. Сложите эти соотношения, и вы получите новое неравенство — для точного значения суммы. Это если вы считали сами. Если же эту операцию вы доверите машине, то в ее «исполнении» акция пройдет неточно, так как появится погрешность округления сумм до принятого в данной ЭВМ формата.

В домашнюю эпоху способ границ при беглом ознакомлении с ним у большинства практиков вызывал только раздражение увеличением числа операций и необходимостью скрупулезного их выполнения. Тем не менее, идеи Брадиса были замечены, и его статья «Устный и письменный счет. Вспомогательные средства вычислений» была внесена в Энциклопедию элементарной математики (Книга I. — М.: Учпедгиз, 1951), а идеи также упомянуты в книге «Основы вычислительной математики» (М.: Физматгиз, 1960). Правда, ее авторы — Б.М. Демидович и И.А. Марон, к сожалению, не раскрыли выдающихся перспектив способа границ для машинных расчетов.

Идеи Брадиса не нашли применения. Наша вычислительная математика упустила возможность внедрить интервальный подход в машинные вычисления. Но вскользь упомяну, что вышеназванная «Энциклопедия» была в ГДР переведена на немецкий язык и таким образом стала известна на Западе.

Первой работой за пределами СССР по вычислительной-локализирующей тематике следует считать статью поляка Мечислава Вармуса в 1955 году. Он предложил по сути интервальную арифметику и показал, как в принципе с ее помощью можно проводить расчеты характеристик электрических цепей по сведениям об их элементах. А в 1958 году появилась работа японца Тэруо Сунаги с изложением принципов интервального подхода к вычислениям. Именно он ввел в научный лексикон термин «интервальный».

В 1962 году в «Сибирском математическом журнале» была опубликована статья советского академика Л.В. Канторовича, обозначившего эту тематику как приоритетную для нашей вычислительной науки. Статья была написана настолько четко, что оставалось только сесть за стол и приняться за составление интервальных стандартных процедур, но этого не случилось...



Л.В. Канторович

— *Наверное, были какие-то причины, этому помешавшие?*

— В течение многих лет Леонид Витальевич руководил Отделом приближенных вычислений Ленинградского отделения Математического института АН СССР. Одновременно работал на кафедре вычислительной математики математико-механического факультета ЛГУ; был некоторое время ее заведующим (после отъезда создателя этой кафедры В.И. Крылова в Белоруссию). Перед отъездом в Новосибирск (он был избран в АН СССР по Сибирскому отделению) он прочел лекции по локализирующим вычислениям в Ленинграде, Москве, Киеве — они и были опубликованы затем в журнале. Кстати, мне довелось прослушать несколько курсов Леонида Витальевича (я окончил матмех по кафедре вычислительной математики). Итак, он уехал в Новосибирск, взяв с собой группу сотрудников и переменив область научных интересов. Упомянутую статью можно рассматривать как своего рода научное завещание, обращенное прежде всего к тем, кто остался.

— *Исследования в этой области продолжались?*

— Увы, нет. Кафедра вычислительной математики была ослаблена отъездом профессоров В.И. Крылова, Л.В. Канторовича и доцента И.П. Мысовских (будущего профессора, многолетнего заведующего кафедрой; он был командирован в Китай). Сил хватало только на преподавание студентам. Работы в этом направлении в Ленинграде начались через много лет, и не в университете, а в ленинградском Математическом институте АН СССР, во второй половине семидесятых годов. Главным лицом здесь был Ю.В. Матиевич, нынешний член-корреспондент РАН. В ЛГУ же перспективным научным направлением пренебрегли, что и привело к нашему отста-

ванию в течение ряда лет от заграницы. Западные математики оказались деятельнее. В 1962 году американец Рэймон Эдгар Мур защитил диссертацию, а в 1966 году издал свою знаменитую книгу *Interval analysis* (на русский язык она не переведена). Затем началось бурное развитие интервальной математики, главным образом, трудами немецких ученых.

— *Хочется верить, что и в ЛГУ к этой теме вернулись. Ведь оставались ученики Канторовича...*

— В 1969 году в Ленинградском университете организовали факультет прикладной математики — процессов управления. Научные интересы этого факультета охватили и прикладные задачи с интервальной неопределенностью. Поэтому попытка заниматься «интервальщиной» встретила на факультете ПМ-ПУ поддержку.

В 1987 году на волне проводившихся тогда работ по «целевой интенсивной подготовке специалистов» в вузах России я включил понятие об интервальных вычислениях в 36-часовой курс «Введение в специальность». Вячеслав Тимофеевич Тарушкин, будучи доцентом нашей кафедры, прочел спецкурс. Возникшая тогда традиция продолжалась, и уже в 1990 году наша кафедра впервые выпустила группу дипломантов, которые прошли систематическую подготовку по интервально-вычислительной тематике.

С 1992 года мы участвуем в общероссийских и международных конференциях по интервальному анализу и надежным вычислениям. В 1993 и 1994 годах наш факультет организовал международные конференции по компьютерной и интервально-аналитической тематике. Председатель методической комиссии факультета член-корреспондент РАН профессор Владимир Иванович Зубов поставил в 1993 году суперзадачу: реконструировать курс методов вычислений с внедрением в него интервального подхода. Этот многолетний эксперимент был поручен нашей кафедре. В ходе этой работы создаются новые программы лекций и практических занятий, выпускаются учебные пособия (с 1996 года издано 12 выпусков конспекта лекций). Этот конспект практически полностью прошел апробацию на 8 зарубежных научных конференциях (1993—2000 гг.).

В 2000 году мы были приглашены на всемирную конференцию «SCAN 2000 — INTERVAL 2000», проведенную Институтом прикладной математики в Карлсруэ (ФРГ). В разговоре с профессором Ульрихом Кулишем я упомянул о трудах Брадиса. Они были ему неизвестны. Позднее я получил электронной почтой письмо, в котором профессор Кулиш писал:

«A couple of days ago I got the book «Enzyklopaedie der Elementarmathematik, Band I, Arithmetik, Berlin, Deutscher Verlag der Wissenschaften 1954» from our library. I had a look at Bradis contribution. It is a wonderful article. I thank you very much for this hint. It certainly is the best description of rigorous error analysis for numerical calculations that I have ever seen. The article should be mentioned in every textbook on numerical analysis».

А по поводу того, кому же отдать пальму первенства в этой области он считает: «In summary I would say: the distance between Sunaga's paper and Moore's book is much smaller than the one between Bradis and Sunaga's paper. But certainly both are great heroes who should be mentioned in the history of interval analysis».

Я думаю, что локализирующие расчеты — это самое яркое достижение вычислительной науки и техники со времени появления компьютеров. Интервализация сообщает вычислительной работе новое качество: информированность о достигнутой точности.

— *Но ведь и раньше, насколько позволяет мне судить мое гуманитарное образование, велись расчеты, позволявшие получать довольно точные результаты, иначе никто никуда бы не улетел..?*

— Локализирующие вычисления отличаются от традиционных тем, что для искомого числового результата ищутся в машинных числах достоверные верхняя и нижняя границы. Эти границы образуют для искомого числа отрезок, называемый локализатором. Его длина служит верхней границей абсолютной погрешности с учетом всевозможных причин ее возникновения. Поскольку она выводится на экран, отпадает дорогостоящее исследование погрешности после рабочих вычислений, свойственное традиционному выполнению научных расчетов. Освоение методов локализирующих вычислений — вещь своеобразная и непростая, но, как оказалось, вполне доступная как студентам, так и, в меньшей степени, преподавателям.

— *То есть «взрослому» математику эта методика кажется сложней. Почему?*

— Взрослому математику сложно «влезть» в чужое направление — у него есть свое уютное «гнездышко».

— *То есть у нового метода есть свои сторонники и свои противники?*

— Есть несколько групп умников. Первая считает, что незачем так уж «вылизывать» погрешности, раз сами математические модели являются неточными. Вторая группа умников считает, что интервалы слишком широки, и толку от них мало. По этому поводу вспоминаются слова маршала Ю.Пилсудского, которому в 1920 году советовали не оказывать сопротивления красным и оставить Варшаву («все равно возьмут»): «Трусливая мудрость и мудрствующее бессилие». (Если вспомнить историю, то в 1920 году был заключен мирный договор, по которому значительная часть земель на западе Украины и Белоруссии отошла к Польше.) Не испытав способ на практике, нельзя от него отказываться. Мы предлагаем набор инструментов, которыми можно проконтролировать появление ошибки и уменьшить ее, и они базируются на строгом математическом анализе.

— *Но для зрелого математика это все же сложно?*

— Доценту нашей кафедры В.Б.Орлову тоже было сложно, но ведь одолел он эту премудрость и стал лекции читать сам. А студентам мы просто не говорим, что это сложно, и они их воспринимают. В работе над локализирующими вычислениями нас поддерживали заместители декана (прошлых лет) Л.В.Образцова и С.А.Стрекопытов.

К сожалению, мало кто из «взрослых» математиков знает, что такое локализирующие вычисления. Научно-техническая же интеллигенция не только не имеет представления, но хуже того, в массе не понимает, зачем нужна точность вычислений, даже традиционных, и как она достигается. Метрологическая культура технических расчетов, например, в области САПР (системе автоматизированного производства), увы, практически отсутствует. Подготовка кадров, которым предстоит исправлять это положение, — обязанность факультета ПМ—ПУ Санкт-Петербургского университета.

— *Спасибо за интервью.*

Ирина СЛОВЦОВА