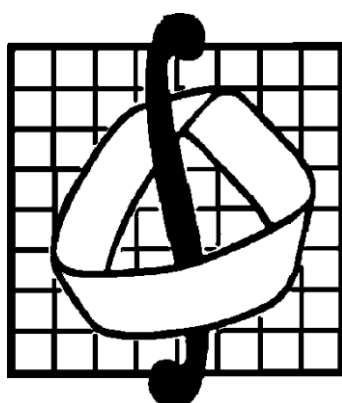


**К 80-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ АКАДЕМИКА РАН
НИКОЛАЯ СЕРГЕЕВИЧА БАХВАЛОВА
(29.05.1934 – 29.08.2005)**



**"Неоправданное привлечение абстрактных понятий
математики редко приносит реальную пользу".**

**Н.С.Бахвалов,
"Численные методы",
М.: "Наука", 1975. с.440**



Вот уже почти девять лет прошло с тех пор, как цивилизованный мир понес невосполнимую утрату — неожиданно ушел из жизни выдающийся русский ученый-математик и педагог, действительный член Российской Академии Наук, удивительный по душевной красоте и мудрости человек — Николай Сергеевич Бахвалов.

Летопись Московского университета хранит в своей памяти заслуги многих славных учителей и воспитанников, сформировавших своими достижениями не только научный и культурный, но и нравственно-человеческий облик нашей страны. Дстойное место в ней по праву занимает Заслуженный профессор Московского университета Николай Сергеевич Бахвалов, более чем на полвека связавший свою жизнь с Alma Mater.

Хорошо известны и весьма значимы научные достижения Николая Сергеевича Бахвалова в различных областях математики: в теории дифференциальных уравнений — как обыкновенных, так и с частными производными, в теории функций действительного переменного, в теории вероятностей, в теории асимптотических разложений для задач математической физики и т.д. Однако главным делом жизни Николая Сергеевича Бахвалова было строительство фундамента новой науки — современной вычислительной математики.

Научные достижения Николая Сергеевича в области вычислительной математики поражают воображение. Если бы они ограничивались только обоснованием и оценками оптимальности многосеточных методов решения уравнений эллиптического типа (Государственная премия 2003 г.) или теорией осреднения процессов в периодических средах (Государственная премия 1985 г.), то и этого было бы вполне достаточно, чтобы стать основоположником новых научных направлений. Однако общее количество научных публикаций, содержащих оригинальные идеи для приближенного решения различных математических проблем, составляет более двух сотен. Помимо этого учебники и учебные пособия Николая Сергеевича по численным методам, посвященные основам теории и практике решения задач и упражнений, уже более сорока лет являются основой лекционных курсов и семинарских занятий в высших учебных заведениях на территории всей страны.

Велики его заслуги и в организационной деятельности. Николай Сергеевич — активный член редакционных коллегий основных профессиональных журналов: «Доклады Академии Наук», «Журнал вычислительной математики и математической физики» и др. Под его руководством и при его непосредственном участии были успешно проведены десятки

международных и всесоюзных (всероссийских) научных конференций. Кроме того, Николай Сергеевич Бахвалов восстановил чтение курса численных методов и организовал преподавание программирования на механико-математическом факультете, возглавив кафедру вычислительной математики примерно через десять лет после ее пребывания в «законсервированном» состоянии.

Николай Сергеевич Бахвалов родился 29 мая 1934 года в Москве. Его отец, Сергей Владимирович Бахвалов, тоже был математиком; в свое время он успешно окончил полный курс, а затем стал профессором Московского государственного университета. В годы Первой мировой и Гражданской войн служил артиллеристом в действующих армиях, причем несколько лет был командиром батареи. Профессиональными областями деятельности Сергея Владимировича являлись геометрия, номография, прикладная математика. Одновременно с основной научной и педагогической работой он решал и конкретные практические задачи, связанные с управлением артиллерийским огнем и навигацией.

Не вызывает сомнения, что патриотическое мировоззрение и любовь к математике Николая Сергеевича в большой степени сформировались под влиянием отца. Семейные традиции всегда имели значительное влияние в семье Бахваловых. И теперь уже сын Николая Сергеевича — Александр Николаевич Бахвалов, доктор физико-математических наук, трудится на кафедре теории функций и функционального анализа механико-математического факультета.

Яркая способность к восприятию знаний у Коли Бахвалова стала заметной еще в детстве. Известно, что родители будущего академика решили отправить сына сразу во второй класс начальной школы, минуя первый. Однако во втором

классе Коле также не довелось поучиться: его стартовый образовательный уровень оказался настолько высоким, что во время собеседования директор школы принял решение о зачислении талантливого мальчика сразу в третий класс. В результате Коля окончил среднюю школу на два года раньше сверстников. Это произошло в Москве в 1950 г. И сразу по окончании школы он поступил на механико-математический факультет МГУ.

Одаренный студент сразу попал в сферу внимания очень сильных специалистов-математиков. Первым научным руководителем Николая Бахвалова был тогда совсем молодой математик, а ныне академик РАН Сергей Константинович Годунов, также являющийся основоположником современной вычислительной математики. В те времена известные академики с удовольствием привлекали студентов к занятиям наукой. Один из сильнейших математиков XX века Андрей Николаевич Колмогоров предложил Николаю Бахвалову попробовать свои силы в численном решении обыкновенных дифференциальных уравнений. В итоге под руководством А.Н.Колмогорова, еще учась на третьем и четвертом курсах, Николай опубликовал две научные работы.

Первая работа (К оценке ошибки при численном интегрировании дифференциальных уравнений экстраполяционным методом Адамса // Докл. АН СССР. 1955. Т.104. №5. С.683–686) была посвящена построению приближенных методов, позволяющих получать устойчивые решения на больших промежутках времени, и оценкам их погрешности. Было установлено, что такими устойчивыми методами являются методы Рунге-Кутты и Адамса.

Следующая работа (Некоторые замечания к вопросу о численном интегрировании дифференциальных уравнений

методом конечных разностей // Докл. АН СССР. 1955. Т.104. №6. С.805–808.) была посвящена определению максимального порядка точности так называемых k -шаговых методов. Было установлено, что среди явных k -шаговых методов не существует устойчивых методов порядка точности выше, чем метод Адамса. Эта работа, выполненная в студенческие годы, в идейном плане предшествовала масштабным исследованиям по устойчивости как для явных, так и для неявных методов. К сожалению, приоритет тогда отстаивать не удалось, но широко известный результат этой работы вошел в учебники по численным методам и называется сейчас теоремой Дальквиста.

Кафедра вычислительной математики на механико-математическом факультете была одной из первых кафедр такого профиля, созданных на основании Постановления правительства в 1949 г. В те годы кафедру возглавлял Герой социалистического труда академик Сергей Львович Соболев, бывший до этого первым заместителем академика И.В.Курчатова — руководителя атомной программы СССР. Перед Николаем Бахваловым встал выбор: заниматься вычислительной математикой или совместно с А.Н.Колмогоровым включиться в разработку теории динамических систем. После обсуждения с Андреем Николаевичем Николай Бахвалов решил связать свою судьбу с кафедрой вычислительной математики. Под руководством С.Л.Соболева написал дипломную работу, а затем и кандидатскую диссертацию (О составлении уравнений в конечных разностях при приближенном решении задачи Дирихле для уравнения Лапласа. Дисс. канд. физ.-матем. наук. М.: МГУ, 1958.), которая была посвящена построению оптимальных способов решения краевых задач для уравнений Лапласа и Пуассона на классах функций. В этой работе, в частности, был предложен алгоритм, требующий для численного нахождения решения уравнения Лапласа

во внутренней подобласти такого же по порядку числа действий, как и при вычислении с той же точностью первообразной от граничной функции.

Активное участие в научной жизни для Николая Сергеевича Бахвалова никогда не ограничивалось только рамками университета. Вместе с Н.Н.Ченцовым и Н.М.Коробовым он организовал в Математическом институте АН СССР семинар, посвященный обсуждению новых теоретико-числовых методов в численном анализе. Семинар работал относительно недолго (1958–1965), однако привел к формированию нового направления в вычислительной математике, связанного с оптимальными оценками погрешностей численного интегрирования различных классов функций. Идеи Николая Сергеевича, относящиеся к этому периоду, нашли свое отражение в его докторской диссертации (Об оптимальных на классах функций способах интегрирования с заданным числом узлов. Дисс. докт. физ.-матем. наук. М.: МГУ, 1964). В процессе написания диссертации Н.С.Бахвалов получил все известные к настоящему времени оценки снизу погрешности недетерминированных методов интегрирования на классах функций, задаваемых произвольной системой ограничений на нормы некоторых производных. Для этого требовались новые теоремы вложения, которые также были доказаны.

Из этого периода научной работы следует дополнительно выделить исследования о накоплении вычислительной погрешности в методе прогонки, которые привели к понятию замыкания вычислительных алгоритмов, определение меры в пространствах функций, позволившее ввести математически обоснованное понятие случайности ошибки округления, а также новый подход к оценке снизу точности датчиков случайных чисел.

В 1961–1964 годах выдающийся отечественный ученый-математик Радий Петрович Федоренко предложил на примере уравнения Лапласа новый итерационный метод решения, ныне часто именуемый многосеточным. В его работах обоснование сходимости проводилось на основе спектрального подхода, поэтому принципиально ограничивалось случаем постоянных коэффициентов оператора. В 1966 г. (О сходимости одного релаксационного метода при естественных ограничениях на эллиптический оператор // Ж. вычисл. матем. и матем. физ. 1966. Т.6. №5. С.861–883.) Николай Сергеевич Бахвалов внес существенный вклад в развитие этого подхода, показав его применимость для численного решения широкого круга эллиптических краевых задач. В частности он обосновал сходимость метода для произвольного эллиптического оператора, включая незнакоопределенный случай. Сама методика обоснования исключительно оригинальна и опирается на энергетические оценки общего характера. Кроме того, была показана асимптотическая оптимальность алгоритма и ликвидировано расхождение оценок снизу и сверху трудоемкости метода. В настоящее время метод Федоренко-Бахвалова является наиболее эффективным и универсальным методом решения многих классов сеточных уравнений. Работы Н.С.Бахвалова по многосеточному методу были отмечены (вместе с коллективом авторов) Государственной премией России 2003 г. с формулировкой: «За цикл основополагающих работ по созданию высокоэффективного многосеточного метода численного решения широкого класса задач математической физики».

При численном решении краевых задач с малым параметром при старшей производной для обыкновенных дифференциальных уравнений, как правило, возникает так называемый пограничный слой. Это интервал, на котором решение изменяется очень быстро (например, экспоненциально). Часто

такие задачи называют сингулярно возмущенными краевыми задачами. В работе 1969 г. (К оптимизации методов решения краевых задач при наличии пограничного слоя // Ж. вычисл. матем. и матем. физ. 1969. Т.9. №4. С.841–859.) была сформулирована и решена проблема оптимальной трудоемкости алгоритмов для таких задач. Решение проблемы оптимизации было достигнуто за счет применения неравномерных сеток, сгущающихся в области пограничного слоя. Впоследствии известный математик Г.И.Шишкин показал, что оценки оптимальности не изменятся, если неравномерные сетки заменить составными, но равномерными. Введенные сетки, получившие названия сеток Н.С.Бахвалова и сеток Г.И.Шишкина, в настоящее время широко распространены в теоретических и практических исследованиях сингулярно возмущенных краевых задач как для обыкновенных, так и с частными производными дифференциальных уравнений.

Минимизация вычислительной работы при решении задач математической физики является одной из важнейших задач вычислительной математики. В связи с этим широко известна гипотеза Бахвалова-Колмогорова: пусть для восстановления решения задачи с некоторой точностью необходима информация о N значениях функций, входящих в правую часть уравнения и граничные условия, тогда существует метод решения задачи, требующий с точностью до логарифмических множителей (в том числе зависящих от точности) количества арифметических операций, пропорционального N . Попытки обоснования этой гипотезы, для которой до настоящего времени не найдено противоречащих примеров, привели к созданию ряда новых методов решения задач. В частности, известный математик Е.Г.Дьяконов переформулировал эту гипотезу так, что трудоемкость метода оценивается через число используемых значений некоторых линейных функционалов от решения или через поперечник пространства ре-

шений, и обосновал ее в такой формулировке для задач с сильно эллиптическими операторами.

Многочисленные работы Николая Сергеевича Бахвалова, посвященные постановке и решению задач оптимизации вычислительных алгоритмов, фактически заложили фундамент целого направления в вычислительной математике, ныне именуемого проблемой сложности алгоритмов. Мировое признание его основополагающих результатов выразилось в приглашении оргкомитета Международного математического конгресса в г. Ницца (1970 г.) сделать обзорный доклад на эту тему.

Круг задач, интересующих Николая Сергеевича Бахвалова, был весьма разнообразен как по постановке, так и по методам их решения. Например, в 1970 г. им доказана теорема существования в целом для системы двух квазилинейных гиперболических дифференциальных уравнений (О существовании в целом регулярного решения квазилинейной гиперболической системы // Ж. вычисл. матем. и матем. физ. 1970. Т.10. №4. С.969–980.). Следует заметить, что этот результат не утратил своего принципиального значения до настоящего времени. В это же время Николай Сергеевич (совместно с сотрудниками НИВЦ МГУ) принял участие в решении широкого круга задач волновой физики под руководством академиком-физиков А.М.Прохорова и Р.В.Хохлова: расчеты характеристик лазеров, диаграмм направленности радиотелескопов, распространения звуковых пучков в нелинейных средах.

Особо следует отметить пионерскую работу 1974 г. (Осредненные характеристики тел с периодической структурой // Докл. АН СССР. 1974. Т.218. №5. С.1046–1048.), которая одновременно с работами ряда зарубежных ученых открыла но-

вое направление исследований математических задач механики композиционных материалов, имеющих периодическую структуру. По этой тематике, учитывая обширность конкретных постановок, Николаем Сергеевичем и его учениками было написано значительное количество научных статей, защищены кандидатские и докторские диссертации. Теория осреднения процессов в периодических средах имеет важное прикладное значение, поэтому в 1985 г. эти исследования Н.С.Бахвалова были отмечены (вместе с коллективом авторов) Государственной премией СССР с формулировкой: «За цикл работ по созданию методов расчета конструкций из композиционных материалов».

Для вычисления эффективных характеристик композиционных материалов с резко меняющимися свойствами, а также для решения задач в областях сложной формы методом фиктивных областей Николай Сергеевич Бахвалов в 1988 г. предложил оригинальный алгоритм и обосновал его равномерную сходимость. Следующее десятилетие было отмечено широкомасштабными исследованиями применения этого подхода к различным постановкам многопараметрических задач. Основные идеи и результаты, связанные с равномерной по различным параметрам сходимостью итерационных методов, изложены в работе 1999 г. (Эффективные методы решения жестких многомерных многопараметрических задач // Ж. вычисл. матем. и матем. физ. 1999. Т.39. №12. С.2019–2049.)

Параллельно Николай Сергеевич Бахвалов и М.Э.Эглит в 1991–2002 гг. провели цикл исследований по задачам механики неоднородных сред, сингулярно зависящих от нескольких параметров. Неоднородности определялись не только малым параметром самой среды, но и малыми коэффициентами уравнений: сдвигом упругости, теплопроводностью, вязкостью. В частности, был подвергнут подробному анализу эф-

фekt так называемого аномального падения скорости звука в смесях. Наличие нескольких таких параметров в ряде случаев привело к появлению уравнений нового для теории осреднения типа, а иногда и позволило получить предельные уравнения в явном виде.

Работы Николая Сергеевича Бахвалова по численно-асимптотическим методам исследования многопараметрических задач в 1998 г. были отмечены (вместе с соавторами) Премией имени М.В. Ломоносова МГУ первой степени.

Последние работы Н.С.Бахвалова были посвящены математически обоснованному выводу уравнений высокого порядка точности для задач распространения волн в слоистых средах и для задач колебания пластин и стержней.

Некоторое представление о научном стиле Николая Сергеевича можно получить из научных монографий:

- 1) Нелинейная теория звуковых пучков. — Москва, Наука, 1982 (соавторы Я.М.Жилейкин, Е.А.Заболотская);
- 2) Осреднение процессов в периодических средах. Математические проблемы механики композиционных материалов. — Москва, Наука, 1984 (соавтор Г.П.Панасенко);
- 3) Параллельные алгоритмы решения некоторых стационарных задач математической физики. — Москва, ОВМ АН СССР, 1984 (Соавторы В.И.Лебедев, В.И.Агошков, О.К.Бабурин, А.В.Князев, В.П.Шутяев).

Трудовая биография Николая Сергеевича Бахвалова неразрывно связана с Московским университетом: она началась с должности ассистента в 1958 г., а закончилась должностью заведующего кафедрой вычислительной математики механико-математического факультета в 2005 г. В промежутке, когда на основе кафедры был организован факультет вычисли-

тельной математики и кибернетики, Николай Сергеевич работал профессором кафедры вычислительной математики на новом факультете (1970–1981 г.).

Учебные планы и программы, по которым как обучали, так и продолжают обучать студентов университета, были созданы при активном участии Николая Сергеевича. Он был сначала председателем методического совета факультета ВМК, а затем — механико-математического факультета. Также он внес большой вклад в организацию специальности «прикладная математика», будучи председателем университетской подсекции Научно-методического совета Минвуза СССР (1970–1985 годы).

После возвращения на механико-математический факультет главное внимание Николай Сергеевич уделял качеству преподавания основных курсов: «Численные методы» и «Программирование». Благодаря усилиям заведующего кафедрой появился ряд учебных пособий, без которых сейчас преподавание этих дисциплин трудно себе представить. В качестве основных из них следует отметить:

- 1) Численные методы. — Москва, Наука, 1973; 2-е издание: 1975;
- 2) Численные методы. — Москва, Наука, 1987; 6-е издание: Москва, БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008 (соавторы Н.П.Жидков, Г.М.Кобельков);
- 3) Численные методы в задачах и упражнениях. — Москва, Высшая школа, 2000; 2-е издание: Москва, БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010 (соавторы А.В.Лапин, Е.В.Чижонков).

Велики заслуги Николая Сергеевича в воспитании молодых кадров для математики. Его доброжелательные отзывы, рецензии, замечания, относящиеся к научным работам

молодых математиков, многим из них открыли дорогу в науку. Он был членом Экспертного совета ВАК (1967–1973, 1975–1990 гг.), а также членом нескольких специализированных советов по защите диссертаций; был членом редколлегии журналов «Доклады РАН», «Журнал вычислительной математики и математической физики», «Вестник Московского университета», «Известия ВУЗов», «Фундаментальная и прикладная математика», «Вычислительные методы и программирование», «Analysis», «Asymptotic Analysis», «Approximation Theory and Its Applications», «Numerical Mathematics», «Russian Journal of Numerical Analysis and Mathematical Modelling» и других. Непосредственными учениками Николая Сергеевича являются 50 кандидатов физико-математических наук, из них 13 стали докторами наук.

В 1980 г. выдающийся ученый и организатор науки Гурий Иванович Марчук создал на правах академического института Отдел вычислительной математики АН СССР, впоследствии (в 1991 г.) преобразованный в Институт вычислительной математики РАН. Для проведения фундаментальных исследований в области численного анализа и математического моделирования Г.И.Марчук одним из первых математиков пригласил Николая Сергеевича Бахвалова. Более двадцати лет Николай Сергеевич трудился на поприще академической науки в институте, успешно совмещая работу в научном коллективе с руководством кафедрой в университете.

Труд Николая Сергеевича Бахвалова кроме научных премий был отмечен государственными наградами и званиями: орден «Знак Почета» (1980 год), орден Почета (2005 год), медаль «За доблестный труд. В ознаменование 100-летия со дня рождения В.И.Ленина» (1970 год) и звание Заслуженного деятеля науки Российской Федерации (1994 год).

Штрихи к портрету — замечания общенаучного характера из книги Н.С.Бахвалова «Численные методы».

1) Первостепенное значение имеет выбор направления исследования. Свобода выбора обычно довольно невелика, так как основные контуры направления исследования обычно задаются «извне».

При выборе направления исследования в пределах имеющихся возможностей полезно иметь в виду следующее «правило трех частей», по своему внешнему виду похожее на шутку. Проблемы делятся на: I — легкие, II — трудные, III — очень трудные. Проблемами I заниматься не стоит, они будут решены в ходе событий и без вашего вмешательства, проблемы III вряд ли удастся решить в настоящее время, поэтому стоит обратиться к проблемам II.

2) Успех в прикладной науке требует широкой математической подготовки, поскольку только такая подготовка может обеспечить приспособляемость к непрерывно меняющимся типам задач, предъявляемых к решению. Одной из причин необходимости изучения на первый взгляд «бесполезных» для практики разделов математики является достижение более уверенного и более свободного владения «нужными» разделами математики.

3) Лучше найти по возможности удовлетворительное решение задачи, но в срок, чем получить полное решение задачи к тому времени, когда оно станет бесполезным. Поэтому, в частности, целесообразно начинать исследование новых задач с рассмотрения простейших моделей, применяя при численном решении испытанные методы.

Вот уже почти девять лет с нами нет Николая Сергеевича. Он прожил яркую, очень насыщенную событиями жизнь и оставил огромное научно-педагогическое наследие. Его выдающийся жизненный путь служит ярким примером для подражания. Мы уверены, что ростки «древа знаний», которое посадил Николай Сергеевич, не погибнут. Сейчас, возможно, не лучшее время для отечественной науки и образования — «время заморозков». Однако в российской истории были и более тяжелые периоды. Тем не менее малые вклады позитивного характера, суммируясь и развиваясь со временем, привели к тому, что отечественная система образования и научные достижения стали национальной гордостью и вызвали заслуженное уважение во всем мире. И сейчас внутренние процессы, направленные на поддержание и развитие научной жизни, безусловно протекают, а значит, «набухнут почки и распустятся листья». Поэтому коллектив кафедры вычислительной математики продолжает и развивает традиции обучения студентов и аспирантов, проведения научных исследований, заложенные Николаем Сергеевичем Бахваловым. Наша задача — сохранить и приумножить все лучшее.

Коллектив кафедры вычислительной математики
механико-математического факультета
МГУ им. М. В. Ломоносова.
29 мая 2014 года