

АНДРЕЙ НИКОЛАЕВИЧ ТИХОНОВ**(К 75-летию со дня рождения)**

30 октября 1981 г. исполняется 75 лет со дня рождения одного из крупнейших ученых нашего времени действительного члена Академии наук СССР Андрея Николаевича Тихонова.

Андрей Николаевич Тихонов родился в городе Гжатске (ныне город Гагарин) Смоленской области. В 1922 г. Андрей Николаевич поступил на математическое отделение физико-математического факультета Московского университета. В 1927 г. после окончания университета А. Н. Тихонов поступил в аспирантуру Института математики Московского университета. С 1936 г. А. Н. Тихонов — профессор Московского университета. В 1939 г. А. Н. Тихонова избирают членом-корреспондентом Академии наук СССР. В 1953 г. за выдающиеся работы в области математической физики А. Н. Тихонову было присвоено звание Героя Социалистического Труда и присуждена Государственная премия первой степени.



В 1966 г. за выдающиеся работы по решению некорректных задач А. Н. Тихонов удостоен Ленинской премии. В том же году он был избран действительным членом Академии наук СССР. Андрей Николаевич Тихонов — лауреат Государственной премии 1976 г.

В настоящее время А. Н. Тихонов работает директором Института прикладной математики им. М. В. Келдыша Академии наук СССР, является деканом факультета вычислительной математики и кибернетики Московского университета и возглавляет на этом факультете кафедру вычислительной математики.

А. Н. Тихонову принадлежат основополагающие результаты по многим разделам современной математики и ее приложениям: в области топологии и функционального анализа, общей теории дифференциальных уравнений, математической физики, вычислительной и прикладной математики. Определяющее влияние оказали исследования Андрея Николаевича и на развитие таких новых научных направлений, как методы решения некорректных задач, автоматизация научных исследований, создание систем автоматизированной обработки результатов экспериментов.

Свою первую научную работу — доказательство метризуемости всякого регулярного топологического пространства со счетной базой — Андрей Николаевич опубликовал уже в 1925 г., а в возрасте 20 с небольшим лет ему удалось получить ряд результатов, доставивших ему всемирную известность.

А. Н. Тихоновым было сформулировано понятие топологического произведения любого множества бикомпактных пространств, получившего позднее название тихоновского произведения топологических пространств. Используя это определение, А. Н. Тихонов доказал ставшую классической теорему о том, что произведение (в его смысле) любого множества бикомпактных топологических пространств всегда является бикомпактным топологическим пространством. Эти результаты выдвинули А. Н. Тихонова в ряды выдающихся топологов нашего времени. Топологические работы Андрея Николаевича создали фундамент для всей современной топологии, теории динамического программирования и ряда разделов функционального анализа.

Для последующих работ А. Н. Тихонова характерно сочетание актуальной научной тематики с исследованиями фундаментальных математических проблем. Талант А. Н. Тихонова как ученого прежде всего в умении правильно сформулировать математическую модель исследуемого явления, найти полное математическое решение задачи и дать исчерпывающую интерпретацию полученным результатам. При этом его математические исследования не ограничиваются конкретной задачей — она служит исходным моментом для постановки общей математической проблемы, являющейся широким обобщением первоначальной задачи.

Первые исследования А. Н. Тихонова по теории уравнений с частными производными связаны с решением важных проблем геофизики, в частности проблем восстановления геологического климата Земли. Изучение этих задач привело к постановке ряда общих математических проблем, в которых А. Н. Тихонову принадлежат основополагающие результаты. Так А. Н. Тихоновым было найдено в определенном смысле окончательное условие, обеспечивающее единственность решения задачи Коши для уравнения теплопроводности в бесконечной области. Позднее эти идеи получили развитие в работах Видера, О. А. Ладыженской, О. А. Олейник, И. М. Гельфанда и Г. Е. Шилова и многих других советских и зарубежных математиков.

В этих же работах Андреем Николаевичем была также поставлена и исследована обратная задача теплопроводности. Им была доказана теорема, согласно которой решение уравнения теплопроводности в области $x > 0$, $-\infty < t < t_0$ определяется однозначно по заданным значениям $u(x, t_0) = \varphi(x)$, если хотя бы одна производная решения по координате равномерно ограничена.

Следующий важный результат А. Н. Тихонова в теории уравнений с частными производными был посвящен сравнению областей, для которых разрешимы в классическом смысле первая краевая задача для уравнения теплопроводности и задача Дирихле для уравнения Лапласа и Гельмгольца. Эти исследования были продолжены в работах О. А. Олейник, Г. Таутца, В. А. Ильина, В. Р. Носова, С. М. Пономарева, А. А. Новрузова и других.

К работам по уравнениям в частных производных относится и докторская диссертация А. Н. Тихонова, защищенная им в 1936 г. В ней А. Н. Тихонов ввел понятие функциональных уравнений Вольтерра и изучил условия применимости для решения этих уравнений методом последовательных приближений.

Значительная часть работ А. Н. Тихонова по математической физике связана с исследованием фундаментальных задач геофизики и электродинамики. Так, А. Н. Тихонову принадлежат основополагающие разработки по созданию и развитию электромагнитных методов изучения земной коры (в частности, для разведки полезных ископаемых). Созданная Андреем Николаевичем теория становления электромагнитных полей послужила основой для разработки новых методов геофизической разведки. Андреем Николаевичем установлены физические принципы использования естественного электромагнитного поля Земли для глубинного зондирования земной коры. Большое значение имеют и проведенные под его руководством принципиально новые геотермические исследования. При изучении этого круга геофизических задач принципиальную роль сыграла поставленная А. Н. Тихоновым проблема устойчивости обратных задач.

Эти исследования послужили отправной точкой для постановки фундаментальной математической проблемы: восстановлению линейного дифференциального оператора по свойствам его спектра. Причем работы А. Н. Тихонова в этой области предшествовали известным работам И. М. Гельфанда, М. Г. Крейна, Б. М. Левитана, В. А. Марченко и других авторов.

К этому же периоду творчества А. Н. Тихонова относится цикл работ по электродинамике, выполненный совместно с А. А. Самарским. В этом цикле следует отметить два направления. Во-первых, обоснование общего метода построения функции Грина для системы уравнений Максвелла в цилиндрической области с произвольным сечением, что послужило теоретической основой расчета возбуждения радиоволноводов произвольно заданными токами. В конце 40-х годов эта проблема имела первостепенное научно-техническое значение, так как радиоволноводы получали все более широкое применение во многих областях физики и техники.

Второе направление связано с формулировкой принципа предельной амплитуды, т. е. определения единственного решения уравнения Гельмгольца в неограниченной области как предела при $t \rightarrow \infty$ решения $u(x, t)$ соответствующей задачи Коши для волнового уравнения. Эти исследования А. Н. Тихонова и А. А. Самарского получили продолжение в работах А. Г. Свешникова, О. А. Ладыженской, В. М. Бабица и других математиков.

Начиная с 1945 г. Андреем Николаевичем проводились исследования, посвященные математической теории химических процессов, в частности динамике сорбции. В этом круге проблем математическая задача сводится к исследованию сложных нелинейных систем дифференциальных уравнений в частных производных. Для некоторых из этих задач Андреем Николаевичем были найдены точные аналитические решения, для других задач, не поддающихся аналитическому решению, применен способ сопряжения численных и асимптотических методов. Актуальность этих исследований и в настоящее время определяется уже тем, что они составляют теоретическую основу расчета различных очистных сооружений, важность которых непрерывно возрастает в связи с проблемой защиты окружающей среды.

Работы А. Н. Тихонова явились основополагающими и в асимптотической теории систем обыкновенных дифференциальных уравнений с малым параметром при производных вида

$$u \frac{dz}{dt} = F(z, y, t), \quad \frac{dy}{dt} = f(z, y, t).$$

Здесь z и u соответственно M - и m -мерные векторы, μ — малый параметр.

Системы такого вида встречаются во многих прикладных вопросах: гидродинамике, кинетике, теории автоматического регулирования, теории полупроводников, квантовой механики и многих других.

Трудности построения асимптотики решения поставленной задачи связаны с тем, что при $\mu=0$ порядок системы понижается и решение вырожденной системы может не удовлетворить всем условиям исходной задачи.

В работах А. Н. Тихонова был установлен критерий, при выполнении которого решения исходной системы стремятся к решению вырожденной системы при $\mu \rightarrow 0$. Эти фундаментальные исследования были продолжены учениками А. Н. Тихонова, среди которых прежде всего следует назвать А. Б. Васильеву, В. М. Волосова, В. Ф. Бутузова, и стимулировали интерес к этим вопросам у целого ряда математиков.

А. Н. Тихонов является выдающимся специалистом по математической физике — науке о математических моделях физических явлений и вычислительной математике. Под его руководством создано и теоретически исследовано большое число математических моделей задач геофизики, электродинамики, физики плазмы, газовой динамики, динамики сорбции, позволивших получить конкретные результаты, имеющие первостепенное народнохозяйственное значение.

Под руководством А. Н. Тихонова и А. А. Самарского проведен выдающийся вычислительный эксперимент, приведший к теоретическому обнаружению нового физического явления, зарегистрированного как открытие, — широко известного явления « T -слоя» — образования высокотемпературного слоя в расширяющемся в магнитном поле столбе плазмы.

Опыт проведения этих крупнейших вычислительных работ привел к разработке теории численных методов решения дифференциальных уравнений математической физики. Созданная совместно с А. А. Самарским теория однородных разностных схем является крупнейшим достижением вычислительной математики.

Одним из наиболее ярких достижений всей современной математики являются результаты А. Н. Тихонова в области решения некорректных задач.

С точки зрения современной математики все задачи можно разделить на корректно и некорректно поставленные. Понятие некорректной задачи было введено Адамаром еще в 1932 г. Следуя Адамару, с математической точки зрения исследование некорректных задач считалось лишеным смысла. Однако оказывается, что класс некорректных задач необычайно широк. В частности, к некорректным задачам относятся все обратные задачи математической физики, возникающие при описании результатов любого физического эксперимента.

Большое число таких задач приводит к операторному уравнению

$$Az = u, \quad z \in Z, \quad u \in U,$$

где Z, U — некоторые метрические пространства, A — непрерывное отображение Z в U . Если обратный оператор A^{-1} определен не на всем U или не является непрерывным, то задача является некорректно поставленной. Типичным примером некорректной задачи явилось данное операторное уравнение в случае, когда оператор A вполне непрерывен.

Сложности решения некорректных задач связаны в первую очередь с тем, что если вместо точного значения правой части уравнения \bar{u} нам

известно его приближенное значение \bar{u}_δ ($p_v(\bar{u}, \bar{u}_\delta) \leq \delta$), то элемент $\bar{z}_\rho = A^{-1}\bar{u}_\delta$ не является, вообще говоря, приближенным решением исходной задачи при $\delta \rightarrow 0$, даже если он и существует.

Важнейшим достижением А. Н. Тихонова была новая математическая постановка некорректных задач. В основе этой постановки лежит понятие регуляризирующего алгоритма как алгоритма приближенного решения некорректных задач. В рамках этого подхода А. Н. Тихоновым был также предложен принцип построения регуляризирующих алгоритмов для широкого круга некорректных задач. Этот большой цикл работ был начат А. Н. Тихоновым в 1963 г. Однако еще в 1943 г. А. Н. Тихонов впервые указал на возможность построения приближенного решения некорректных задач, когда априори известно, что точное решение принадлежит компактному множеству.

Класс некорректных задач необычайно широк. К ним относятся задачи аналитического продолжения функции и некоторые задачи суммирования рядов Фурье, интегральные и операторные уравнения 1-го рода, задачи минимизации функционалов в гильбертовом пространстве, задачи оптимального управления, математической экономики, линейной алгебры и многие другие. Предложенный А. Н. Тихоновым подход позволяет строить эффективные численные алгоритмы приближенного решения всех перечисленных выше задач.

Как отмечалось выше, решение некорректных задач является неотъемлемой частью интерпретации данных любого физического эксперимента. Поэтому современные методы решения некорректно поставленных задач являются прежде всего мощным инструментом в познании природы. Применение современного аппарата решения некорректных задач позволило получить ряд фундаментальных принципиально новых результатов в электродинамике, сейсморазведке, геофизике, ядерной спектроскопии, астрофизике, теории распознавания образов и многих других.

Под руководством А. Н. Тихонова разработан и принципиально новый подход к решению задач математического проектирования сложных физических систем, что, в частности, позволило развить конструктивные методы создания антенных систем различного назначения, учитывающих реальные требования как к характеристикам электромагнитного поля, так и технические требования к параметрам антенны.

Огромное значение для повышения эффективности научных исследований в настоящее время играют вопросы автоматизации научных исследований. Исследования А. Н. Тихонова по некорректным задачам внесли неоценимый вклад в определение нового подхода к задачам автоматизации научных исследований, в разработку общих принципов создания автоматизированных систем полной математической обработки сложных научных экспериментов. Под руководством и при непосредственном участии Андрея Николаевича создан ряд систем автоматической обработки результатов крупных физических экспериментов, способствующих значительному повышению эффективности исследований в соответствующих областях науки.

В последние годы А. Н. Тихоновым выполнен ряд выдающихся работ, посвященных решению классической проблемы устойчивого решения линейных алгебраических уравнений с неточно заданными коэффициентами. Им предложена оригинальная постановка задачи, позволяющая эффективно находить нормальное решение плохо обусловленных и вырожденных систем в случае приближенного задания оператора.

В настоящее время методы решения некорректных задач прочно

вошли в арсенал современной математики и успешно развиваются многочисленными учениками и последователями А. И. Тихонова как у нас в стране, так и за рубежом.

Выход в свет монографии А. Н. Тихонова и В. Я. Арсенина «Методы решения некорректных задач» было значительным событием в современной математике.

Заканчивая краткий обзор научного творчества А. Н. Тихонова, хотелось бы отметить несобыкновенную широту интересов А. Н. Тихонова как ученого, неиссякаемую щедрость его ума. Блестящий ученый, мудрый человек, замечательный педагог, А. Н. Тихонов за свою более чем 50-летнюю деятельность вырастил не одно поколение выдающихся ученых, работающих как в области математики, физики, так и в смежных науках. Школа А. Н. Тихонова — это школа школ: есть у А. Н. Тихонова ученики, которые уже сами возглавляют новые направления в науке.

Ученики А. Н. Тихонова через всю жизнь пронесут благодарность к справедливому и строгому учителю, научившему их видеть прежде всего главное в проводимых исследованиях, в установлении принципиально новых фактов, имеющих общематематическое значение и прокладывающих новые пути в применении математических методов к исследованию фундаментальных проблем естествознания.

Вся научная и организаторская деятельность А. Н. Тихонова связана с Московским государственным университетом.

А. Н. Тихонов является организатором кафедры математики на физическом факультете МГУ, которую возглавлял более сорока лет. Многие годы А. Н. Тихонов параллельно руководил кафедрой вычислительной математики механико-математического факультета. Особенно велик вклад А. Н. Тихонова в организацию целенаправленной подготовки специалистов по вычислительной и прикладной математике в Советском Союзе. Он явился инициатором создания в университетах специальных факультетов вычислительной и прикладной математики.

В 1970 г. в Московском государственном университете был основан факультет вычислительной математики и кибернетики.

В настоящее время этот факультет является крупнейшим учебно-научным центром по подготовке специалистов в области исследования математических моделей различных естественно-научных задач, а также специалистов в области математического обеспечения вычислительных комплексов, автоматизированных систем управления и планирования, систем автоматической обработки результатов сложных научных экспериментов.

Со дня основания факультета А. Н. Тихонов является деканом факультета и заведующим одной из самых крупных кафедр. Большое внимание уделяет А. Н. Тихонов педагогической деятельности. Под его руководством работает несколько научных семинаров. Широко известны и в нашей стране и за рубежом учебники А. Н. Тихонова по математической физике, теории функций комплексной переменной, дифференциальным уравнениям. А. Н. Тихонов является председателем научно-методического совета по математике при Минвузе СССР.

Научно-педагогическая деятельность А. Н. Тихонова отмечена советским правительством самыми высокими наградами. Он Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и Государственных премий, награжден шестью орденами Ленина, орденом Октябрьской Революции, тремя орденами Трудового Красного Знамени.

А. Н. Тихонов имеет исключительно высокий международный авторитет, пользуется глубоким уважением математиков всего мира.

Андрей Николаевич полон энергии и новых творческих замыслов и можно только позавидовать его огромной работоспособности, позволяющей ему на протяжении уже более полувека получать фундаментальные результаты в новых областях математики и ее приложений.

Мы желаем Андрею Николаевичу доброго здоровья, кипучей энергии еще на многие годы и больших успехов в его разносторонней деятельности.

*Н. П. ЕРУГИН, В. А. ИЛЬИН, А. А. САМАРСКИЙ,
А. Г. СВЕШНИКОВ*