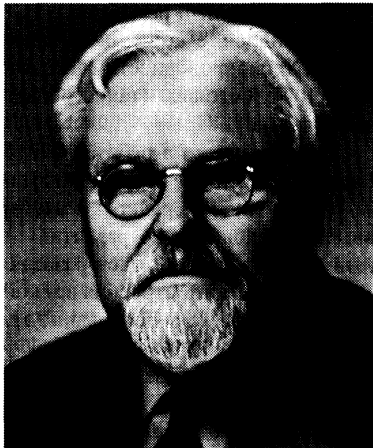


## О РАБОТАХ А.Н. ТИХОНОВА

Андрей Николаевич Тихонов – выдающийся математик XX века. Его научное творчество представляет собой яркий образец сочетания первоклассных достижений в самых абстрактных областях математики с глубокими и всесторонними исследованиями прикладных математических проблем. Ему принадлежат фундаментальные, основополагающие исследования в области топологии, функционального анализа, теории дифференциальных и интегральных уравнений, вычислительной математики и математической физики. Им проведены приоритетные исследования по построению и анализу математических моделей геофизики, электродинамики, физической химии, физики плазмы и ядерной физики.



Андрей Николаевич родился 30 октября 1906 г. в городе Гжатске (ныне Гагарин) Смоленской губернии. Научную работу А.Н.Тихонов начал в 19-летнем возрасте студентом Московского университета, когда получил свой первый топологический результат, заключающийся в доказательстве нормальности (а потому и метризуемости) всякого регулярного топологического пространства со счетной базой.

После этого последовали результаты, принесшие молодому ученому всемирную известность и выдвинувшие его в число выдающихся топологов нашего времени: он сформулировал определение топологического произведения любого множества бикompактных пространств и доказал, что произведение (в определенном им смысле) любого множества бикompактных топологических пространств также является бикompактным топологическим пространством. Основанная на указанном определении "тихоновская топология" прочно вошла в арсенал основополагающих понятий всей современной топологии. Она является фундаментом для современной топологии, для теории топологических групп, для теории динамического программирования, для ряда разделов функционального анализа.

Второй период научного творчества А.Н.Тихонова, также оставивший глубокий след в науке, был посвящен изучению общих вопросов теории дифференциальных и интегральных уравнений и исследованию ряда актуальных задач геофизики и электродинамики.

За короткий срок выдающийся тополог стал всемирно известным специалистом по теории дифференциальных и интегральных уравнений. Первые работы А.Н.Тихонова по уравнениям в частных производных возникли в связи с его глубоким интересом к задачам геофизики и, в частности, к проблеме восстановления исторического климата Земли. При изучении этих задач А.Н.Тихоновым был поставлен и решен ряд фундаментальных математических проблем. В первую очередь следует отметить ставшую теперь классической работу об условиях, показывающих единственность решения задачи Коши для уравнения теплопроводности. В это же время А.Н.Тихонов поставил и исследовал обратную задачу теплопроводности. Он доказал фундаментальную теорему о том, что решение  $u(x,t)$  уравнения теплопроводности в области  $x > 0$ ,  $-\infty < t < t_0$ , определяется однозначно по заданному значению  $u(x,t_0) = \varphi(x)$  при условии, что хотя бы одна производная решения по координате  $x$  равномерно ограничена.

К циклу работ А.Н.Тихонова по уравнениям математической физики и интегральным уравнениям относится и его докторская диссертация, в которой он ввел понятие функционального уравнения типа Вольтерра и изучил условия применимости для решения этого уравнения метода последовательных приближений Пикара и метода полигональных приближений Коши–Липшица. А.Н.Тихонов применил указанные методы для решения уравнения теплопровод-

ности с нелинейным краевым условием и, в частности, для решения задачи об остывании тела при лучеиспускании с поверхности, следующем закону Стефана–Больцмана.

Другой важный результат А.Н.Тихонова посвящен сравнению областей, служащих сечениями цилиндров, в которых (в классическом смысле) разрешима первая краевая задача для уравнения теплопроводности и областей, в которых разрешима задача Дирихле для уравнений Лапласа и Гельмгольца (такие области он назвал фундаментальными для соответствующего уравнения).

Большое место в работах А.Н.Тихонова занимают исследования многих фундаментальных задач геофизики и электродинамики. Он построил строгую математическую теорию термодинамики, изучил влияние радиоактивного распада на температуру земной коры, провел фундаментальные исследования по развитию электромагнитных методов зондирования земной коры и мантии (в частности, методов разведки полезных ископаемых), предложил новые методы изучения электрического строения земной коры на базе применения естественного электромагнитного поля Земли и дал обоснование этих методов для получения полного электрического разреза земной коры.

На основе анализа решения задачи интерпретации геофизических данных А.Н.Тихонов провел исследования по устойчивости обратных задач. Из общих математических соображений обратная задача, состоящая в обращении причинно-следственных связей, должна быть неустойчивой, что ставит под вопрос возможность ее практического применения. В фундаментальной работе "Об устойчивости обратных задач" А.Н.Тихонов показал, что обратная задача будет устойчивой при выполнении определенных дополнительных условий на ее решение. Эта работа явилась основой для создания теории некорректно поставленных задач и методов их решения.

В сороковых и пятидесятых годах 20 века Андрей Николаевич провел исследования, посвященные математической теории химических процессов и, в частности, посвященные динамике сорбции. Эти исследования составляют теоретическую основу расчета различных очистных сооружений. Актуальность этих исследований повышается в связи с проблемой защиты окружающей среды. В этот же период А.Н.Тихоновым были выполнены основополагающие работы по асимптотической теории систем обыкновенных дифференциальных уравнений с малым параметром при производных. Системы такого вида встречаются во многих разделах естествознания и техники. В работах Андрея Николаевича был установлен критерий, при выполнении которого решение исходной задачи стремится к решению вырожденной задачи (малый параметр равен нулю), если малый параметр стремится к нулю. Этот цикл работ А.Н. Тихонова положил начало большому самостоятельному направлению современной математики.

В 1948 году в связи с работами над созданием ядерного оружия А.Н.Тихонову предложили организовать вычислительную лабораторию для проведения расчетов процесса взрыва атомной бомбы. В короткое время была создана группа сотрудников, основой которой стали ученики и аспиранты Андрея Николаевича и, в первую очередь, А.А.Самарский (ныне академик РАН), ставший ближайшим помощником А.Н.Тихонова по научной работе. В состав лаборатории вошли: В.Я.Гольдин, Н.Н.Яненко, Б.Л.Рождественский.

Вначале были проведены расчеты осредненной модели атомного взрыва по заданиям, разработанным в группе академика Л.Д.Ландау. Одновременно А.Н.Тихонов предложил провести прямой расчет атомного взрыва. Здесь важную роль сыграло предложение Андрея Николаевича о решении задачи в лагранжевых переменных (сейчас это кажется очевидным). В результате под руководством А.Н.Тихонова и А.А.Самарского уже в 1949 г. был впервые проведен прямой расчет атомного взрыва, а в дальнейшем проведены работы по решению более сложной задачи: расчету динамики взрыва термоядерной бомбы. Проведенные расчеты дали картину развития взрыва и внесли важный вклад в создание термоядерного оружия. За этот цикл исследований в 1953 г. А.Н.Тихонову было присвоено звание Героя Социалистического Труда и присуждена Сталинская премия I степени.

В 1953 г. математические коллективы, работающие по атомной проблеме, были объединены в Институт прикладной математики Академии Наук. Директором института стал М.В.Келдыш, а А.Н.Тихонов стал его заместителем. Это было время появления первых ЭВМ и начала бурного развития методов вычислительной математики.

А.Н. Тихонов в содружестве с А.А. Самарским создал теорию однородных разностных схем, предназначенных для решения на ЭВМ широких классов задач, определяемых лишь ти-

пом дифференциального оператора и краевых условий. Ими был сформулирован принцип консервативности разностной схемы как необходимое условие сходимости в классе уравнений с разрывными коэффициентами.

А.Н. Тихонов является автором одного из наиболее ярких достижений современной науки – создания устойчивого метода решения широких классов некорректно поставленных задач. Работы А.Н. Тихонова по развитию методов решения некорректно поставленных задач определили новое направление в математике, связанное с принципиально новым подходом к проблеме использования математических моделей в научных и технических задачах.

Андрей Николаевич выделил широкий класс некорректно поставленных задач, названных им регуляризуемыми, ввел для этого класса задач понятие регуляризирующего алгоритма и указал эффективные методы построения такого алгоритма, легко реализуемые на ЭВМ. Под руководством Андрея Николаевича разработанный им метод, получивший название "метода регуляризации Тихонова", был применен для решения большого числа как фундаментальных математических, так и актуальных прикладных задач. Методом регуляризации были решены задача об отыскании решения интегрального и операторного уравнения первого рода, обратные задачи теории потенциала и теплопроводности, задача об аналитическом продолжении функции, задача о восстановлении функции и ее производных до некоторого порядка по возмущенным в  $l_2$  значениям ее коэффициентов Фурье, некорректные задачи линейной алгебры и линейного программирования (в частности, задачи с неточно заданными коэффициентами – этим Андрей Николаевич занимается в самые последние годы), обратные задачи геофизики, астрофизики, оптической и нейтронной спектроскопии, новые задачи теории распознавания образов (в частности, задачи томографии), многие задачи математической экономики, оптимального управления и другие.

Созданный и руководимый Андреем Николаевичем коллектив разработал принципиально новый подход к решению задач математического проектирования сложных физических систем (в частности, разработал конструктивные методы создания реальных антенных систем различного назначения, оптимально удовлетворяющих заданным требованиям, предъявляемым к характеристикам их излучений).

Разработанные А.Н.Тихоновым принципиально новые методы позволили приступить к созданию автоматизированных систем вычислительной диагностики, интерпретации результатов наблюдений, управления научным экспериментом и технологическим процессом.

В 1986 г. А.Н.Тихонов опубликовал работу, в которой он доказал, что не существует никакого понятия устойчивого обобщенного решения произвольной линейной алгебраической системы, базирующегося только на информации, даваемой индивидуальной матрицей этой системы. Андрей Николаевич доказал, что для получения устойчивого обобщенного решения указанной алгебраической системы следует задавать параметрически расширенную матрицу, содержащую дополнительную информацию (например, об оценке точности задания матрицы). Эта работа А.Н.Тихонова имеет глубокое математическое и философское значение: она показывает, что для получения устойчивого решения модель самого объекта следует заменить уточненной моделью исследования этого объекта. Заканчивая обзор яркого и разностороннего научного творчества А.Н.Тихонова, отметим, что он был блестящим педагогом, создателем огромной научной школы, насчитывающей более пятидесяти докторов наук.

*А.М. Денисов, В.И. Дмитриев, В.А. Ильин, А.А. Самарский*