

СО АН: ЛЮДИ И ГОДЫ

# Верный подданный «царицы наук»

5 ноября Владимиру Гавриловичу Романову, члену-корреспонденту РАН, лауреату Государственной премии СССР исполнилось 75 лет.

Юбилеи неотвратимы, как смена времен года. Есть в них своя закономерность и логика, в этих вехах быстротекущей жизни. Ритуалы чествования людей, преодолевших очередной пяти-десятилетний отрезок времени, предполагают обязательный отчёт о содеянном на рабочем месте и вне его, воспоминания о лучших мгновениях трудовой, общественной и прочей деятельности. Юбиляру, как водится, воздается должное. В зависимости от прожитых лет, от накопленного багажа, характеристики приобретаемого всё более яркие оттенки, а градус уважения к коллеге, гордости за него, возрастает в геометрической прогрессии.

Годы прибавляют опыта, годы прибавляют мудрости. Появляется способность взглянуть на события прошлых лет под определенным углом зрения, что-то переосмыслить, переоценить, понять, все ли сделано так, как следовало.

Владимир Гаврилович Романов стал сотрудником Сибирского отделения Академии наук более 50 лет тому назад. В 1961-м, после окончания МГУ, приехал в Академгородок и очень скоро понял, что это именно то, что ему нужно.

**— Как заметил один мудрый человек, удача выбирает того, кто к ней готов. Что, на ваш взгляд, помогло вам уверенно двигаться вперед?**

— Думаю, выбор направления оказался удачным. Начинать свою научную деятельность в Институте математики с того, что занимался численными методами решения интегральных уравнений, связанных с задачами теории упругости. Руководителем был С.М. Белоносов. Под его началом я подготовил и защитил кандидатскую диссертацию.

Но Сергей Михайлович буквально через три года уехал, я оказался на распутье. Молодой специалист, молодой кандидат наук, хотелось поддержки, надежного плеча. Нужно было определиться, что же делать дальше. И я пошел к Михаилу Михайловичу Лаврентьеву в Вычислительный центр — уже был знаком с ним, пересекался по работе. Сотрудники им были нужны, я подходил, так что вскоре переселился в ВЦ.

Михаил Михайлович к тому времени был уже признанным учёным, занимался теорией некорректных задач. Это новое модное направление только начиналось. По существу он, Андрей Николаевич Тихонов и Валентин Константинович Иванов были его родоначальниками. А.Н. Тихонов и В.К. Иванов получили Ленинскую премию за эти работы. М.М. Лаврентьев был к тому времени уже лауреатом Ленинской премии, а дважды она не присуждалась.

Когда я пришел в ВЦ, М.М. Лаврентьев как раз занялся геофизическими приложениями. Думаю, тому немало способствовали частые контакты с геофизиками и Анатолий Семенович Алексеев, человек уже хорошо знакомый с геофизическими проблемами и пришедший к нему в лабораторию в 1963 году. Михаил Михайлович стал интересоваться обратными задачами. Ведь основная проблема геофизики — определение структуры внутренности Земли по данным физических измерений, которые могут быть проведены на поверхности, прямо связана с обратными задачами. Обычно физические процессы описываются дифференциальными уравнениями, в которые входят некоторые неизвестные коэффициенты, они характеризуют свойства земных недр, например, плотность, упругие свойства вещества Земли, её электрические свойства и т.д. Эти коэффициенты являются функциями географических координат и глубины. А физические эксперименты, которые проводятся либо людьми (искусственные взрывы), либо самой природой (землетрясения, грозы, ионосферные бури), создают предпосылки для определения искомого коэффициентов.

**— То есть на поверхности можно измерять только проявления различных физических процессов?**

— В основном, именно так. И возникает вопрос: а можно ли, измеряя физические процессы на поверхности Земли, сказать что-то об её глубинных свойствах? Оказывается, можно. Но математические задачи, которые при этом возникают, довольно сложные.

**— Почему — сложные? Математике, как известно, доступно всё.**

— Обычно при описании физических процессов возникают задачи другого сорта. Вот чем занимается в этом направлении математика на протяжении уже нескольких столетий? Задаются дифференци-

альное уравнение, описывающее процесс, задаются также начальные и граничные условия. Требуется вычислить, как этот процесс будет развиваться во времени и пространстве. При этом предполагается, что входящие в уравнение коэффициенты, характеризующие свойства вещества, заданы. Это классическая задача. Детально изучено, когда такие задачи поставлены корректно, какие данные можно задавать, построены алгоритмы их решения.

**— А ваши задачи?**

— Они в некотором смысле обратны по отношению к классическим. В них требуется найти коэффициенты дифференциальных уравнений по информации о решениях краевых задач, измеряемой на границе области. Это были новые проблемы в математике, и было непонятно, как к ним подступиться. Должен сказать, что подобные задачи рассматривались и ранее, но при очень ограничительных условиях. Обычно речь шла об определении функции одной переменной, например, распределения скорости волн по глубине, или об определении электромагнитных свойств, которые зависят от одной переменной. В этих случаях возникают более простые дифференциальные уравнения, и обратные задачи решаются сравнительно просто. Но для геофизики типичны задачи, когда искомые коэффициенты существенно зависят от всех трёх пространственных переменных, не только от глубины, но и от географических координат тоже. Тогда задача становится многомерной — мы должны определить функции нескольких переменных. Подобные задачи являлись, как правило, некорректными, неустойчивыми по отношению к данным измерений, они смыкаются с тем направлением, которое развивали М.М. Лаврентьев, А.Н. Тихонов, В.К. Иванов. Чтобы задача стала устойчивой, надо сузить класс рассматриваемых решений.

**— А от чего зависит этот самый класс?**

— От конкретной задачи. От того, какие разумные гипотезы можно предложить, оправданные в каком-то смысле. Например, в геофизике часто качественное представление о регионе определяется набором числовых параметров. Если это учтеть, то задача становится более обобщимой, решается лучше и в ней не появляется той неустойчивости, которая характерна для исходной задачи. В математике есть примеры задач, которые некорректны в том смысле, что можно сделать в данных задаче малое изменение, а решение изменится в десятки, сотни, тысячи раз. Поэтому очень важно для подобных задач выбрать разумный класс решений.

**— Публикации на эту тему уже появились?**

— Их было чрезвычайно мало — единицы. По существу наши работы по многомерным обратным задачам были первыми. На Западе подобные статьи стали появляться спустя лет десять-пятнадцать.

**— Владимир Гаврилович, вы же все годы возглавляете лабораторию волновых процессов, начиная со времени работы в Вычислительном центре?**

— Сразу после защиты докторской диссертации в 1969 г. Гурий Иванович Марчук предложил мне создать лабораторию, и в скором времени она была создана. В Институте математики я перешел в 1987 г. со всем коллективом лаборатории, который и поныне возглавляю. По времени это совпало с периодом, когда директором Института математики был назначен академик Михаил Михайлович Лаврентьев.

**— И уже здесь получили Государственную премию?**

— Да, хотя представлен к ней наш коллектив (М.М. Лаврентьев, Ю.Е. Аниконов, В.Р. Кирейтов, С.П. Шишатский и я) был учёным советом ещё в ВЦ — за исследование многомерных обратных и некорректных задач математической физики и анализа.

**— Довольно длительное время вы были в Институте математики заместителем директора по науке?**

— Восемь лет. Это несколько мешало мне заниматься наукой, потому я покинул эту должность.

**— Но в принципе работа согревала душу?**

— Поначалу — да! В ней было много интересных моментов! Новое дело всегда интересно. Но потом, по мере приобретения опыта, интерес к административной работе стал пропадать. Мне всегда более нравилась научная работа. Мы с Александром Алексееви-

чем Боровковым предложили тогда директору в заместители двух достойных приемников — В.Л. Береснева и М.В. Фокина, которые до сих пор в замах — вот уже более 20 лет.

**— Интересно, характер человека подсказывает выбор профессии или профессия формирует характер?**

— Конечно, характер предрасполагает к определенному роду занятий, склонностям и увлечениям. Но к моменту выбора профессии молодой человек не всегда может чётко определиться в своих предпочтениях. Я понял, что мне особенно интересно в старших классах, и выбор оказался удачным. К сожалению, так случается не всегда и не у всех. Тогда большое везение — всё-таки выйти на свою тропу. И род занятий может очень влиять на формирование человека, его дальнейшую судьбу. Лично я считаю, что мне по характеру математика очень подходит. В ней важны терпение, последовательность, умение не отвлекаться от главной задачи. При этом нужно видеть и перспективные приложения, которые то и дело возникают, уметь оценить их. Из приложений рождаются новые математические задачи.

**— А много этих самых перспективных приложений?**

— Много! Порой в математике зарождаются довольно абстрактные ответвления, и даже невозможно предположить, что из этого может получиться в дальнейшем. Множество независимых ответвлений. Тем не менее, на некотором этапе они смыкаются. Математика едина, и все её ответвления со временем находят применение.

**— Вот вы когда-то говорили, позволяю себе вас процитировать, что «математика не может позволить себе роскошь заниматься чем попало. Слишком много важных проблем, которые математика должна решать... Всегда приятней, когда математическая идея приносит практическую пользу».**

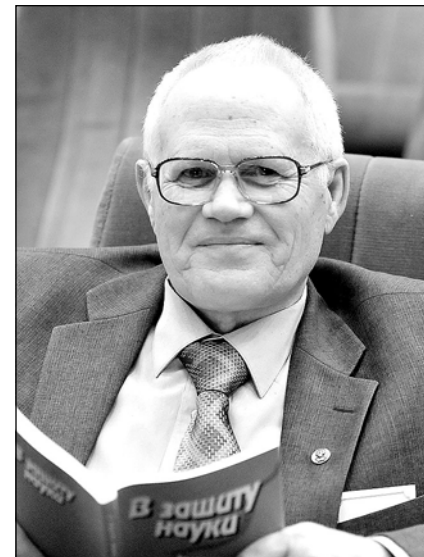
— Естественно, любому человеку приятно, когда идею, которую он предложил, можно к чему-то приложить, принести пользу обществу.

**— Лично ваши достижения куда-то приложились?**

— Непосредственно — в геофизику. По ряду вещей, которыми мы занимались вначале, не всегда было понятно, найдут ли они практическое применение. Но в результате они оказались востребованы. Так обстояло, например, с теорией динамических обратных задач геозлектрики. Традиционно обратная задача об определении геозлектрических параметров земных недр решалась в диффузионной постановке, методом становления поля. Суть её заключается в следующем. В некоторой точке поверхности земли прикладывается короткий по времени импульс тока. Проводятся измерения напряженности возникающего электромагнитного поля в ряде точек на поверхности земли во временном диапазоне в несколько секунд. При этом существенным оказывается только медленное затухание напряженности поля во времени, которое описывается диффузионным приближением в системе уравнений электродинамики (токи смещения не принимаются во внимание). По измеренным данным определяется коэффициент электрической проводимости, обычно, как функция глубины.

В 80-е годы, когда мы начали изучать обратные задачи для уравнений электродинамики, у нас возникла идея использовать для их исследования подходы, уже развитые для уравнений акустики и упругости. В сейсмике известная задача — определение упругих параметров среды, в частности, скорости распространения сейсмических волн. При решении этой задачи существенно используется возможность проследить фронт сейсмической волны и динамику этого фронта. Казалось очень естественным воспользоваться подобными приемами и для уравнений электродинамики. Что и было сделано, создана теория обратных задач электродинамики, использующая полную динамическую картину распространения волн, и развиты методы их численного решения.

И тогда возник вопрос о реальной применимости этих методов. В чём здесь дело? Скорости распространения сейсмических и электромагнитных волн резко отличаются друг от друга. Сейсмические волны имеют порядок нескольких километров в секунду, а электромагнитные — порядок скорости све-



та (300 тыс. км/сек). Поэтому, чтобы проследить динамику распространения электромагнитной волны, нужно производить её регистрацию на временах порядка миллиардных долей секунды. Подобными приборами геофизики в ту пору не располагали. Однако спустя десяток лет они были созданы.

Впервые я увидел такие приборы и проводимые измерения в реальной ситуации в Швеции где-то в 90-х годах, когда был в научной командировке в Королевском технологическом институте. Появились они и в нашей стране. Совместно с сотрудниками Института геологии и геофизики СО РАН мы участвовали в разработке и создании прибора для проведения электромагнитных исследований в скважинах, основанных на волновых принципах регистрации поля. Математические алгоритмы обработки данных измерений были выполнены моим учеником Сергеем Мартаковым, который является одним из авторов патента созданного прибора ВИКИЗ, ныне широко используемого в геофизике.

Но есть теоретические разработки, которые до сих пор не нашли практического применения. Среди них исследования, связанные с томографическими проблемами, когда необходимо учитывать не только поглощение излучения в среде, но и его рассеяние. Ещё в 90-е годы я установил в ряде статей, что по томографическим данным можно находить не только коэффициент ослабления, который фактически только и используется в медицинской томографии, но и ядро интегрального оператора, характеризующее рассеяние в среде. Учёт рассеяния, когда оно играет существенную роль, может повысить достоверность методов неразрушающего контроля промышленных изделий.

Второй пример связан с использованием полной динамической информации о распространении сейсмических волн в обратных задачах сейсмологии. Выполненные мной математические исследования здесь идут впереди практических применений. Незадолго до своей кончины академик С.В. Гольдин создал междисциплинарный интеграционный проект, который должен был существенно продвинуть практическое приложение ряда имеющихся у нас теоретических разработок. Для этого нужно было исследовать ряд сопутствующих математических и геофизических проблем. На их решение и был направлен проект. Мы с Андреем Карчевским работали над его реализацией. К сожалению, проект остался незавершенным.

Говоря о приложениях, могу добавить также, что в конце 60-х мы начали исследование многомерной обратной кинематической задачи сейсмологии (определение скорости распространения волн внутри области по временам их пробега между точками границы). Началось всё с моей небольшой заметки в Сибирском математическом журнале, в которой я рассмотрел эту задачу в линейном приближении и предложил метод её решения. Оказалось, что эта задача при определённых условиях распадается на серию плоских задач для сечений большого круга Земли.

Потом Анатолий Семенович Алексеев предложил использовать реальные данные, собранные в Комплексной геофизической экспедиции (КСЭ) Института физики Земли, чтобы рассчитать сейсмический скоростной разрез в сечении большого круга Земли, проходящем через Памир и Байкал. Именно для этого сечения был накоплен большой сейсмологический материал о временах пробега волн от различных землетрясений.

Авторский коллектив, который разрабатывал вычислительный алгоритм решения этой задачи, включал в себя М.М. Лаврентьева, А.С. Алексеева, Р.Г. Мухометова, В.Г. Романова (сотрудников ВЦ) и И.Л. Нерсесова