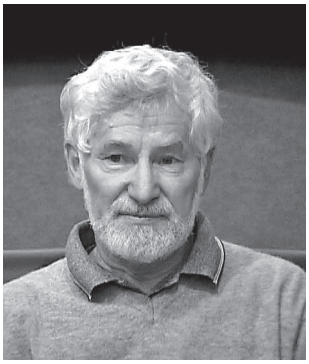
# ЭВОЛЮЦИЯ ЛИЧНОСТИ В СФЕРЕ НАУКИ ЧЕРЕЗ ПРИЗМУ СОБСТВЕННОГО ОПЫТА (отрывки из книги «Сергей Васильевич Гольдин. Стихи и формулы»)*

*С.В. Гольдин*

...Итак, персональный опыт личности, закончившей в 1958 году геофизический факультет Ленинградского горного института, рвавшегося в науку, но — по тогдашним законам — обязанного отработать три года на производстве, на севере Западной Сибири, за что я трижды судьбе благодарен. И за становление обсуждаемой



Академик С.В. Гольдин

личности, и за причастность к открытиям нефтяных месторождений, и за неоценимый полевой опыт. В 1961 году я поступил в аспирантуру незадолго до этого созданного Института геологии и геофизики в новосибирском Академгородке, а дальше шагал (не спеша) по всем ступенькам научной иерархии. Менялось содержание дипломов и аттестатов. Менялся ли я сам?

Судя по всему, я менялся. И сразу по нескольким линиям. Первая из них: восприятие знания как абсолютно объективного менялось на ощущение модельности всякого знания.

<...>

...В связи с этим мне пришлось исследовать вероятностные свойства нулей и экстремумов траекторий $n$-мерных случайных процессов. Помимо этого я исследовал и помехоустойчивость интерференционных систем, и методы оптимального приема сейсмических сигналов, и статистические оценки параметров среды по временам вступлений сейсмических волн, а также рассмотрел статистическую интерпретацию тихоновской регуляризации некорректных конечномерных задач. Последний результат обычно связывается с именем известного физика (будущего диссидента) Турчина. Трудно сказать, кто был первым. Я не знал его результатов (поскольку не читал физических журналов), а он, тем более, моих, опубликованных в провинциальной Тюмени.

Сначала в Тюменском индустриальном институте, а потом и в НГУ я читал курс теории вероятностей и математической статистики для геологов и геофизиков. Этот курс я очень любил и до сих пор жалею, что где-то потерял написанные мною конспекты. Я даже начинал свою работу в НГУ, числясь на кафедре теории вероятностей. К началу 70-х годов я стал достаточно известным представителем статистического направления в геофизике, лидером которого считался профессор Ф.М. Гольцман из Ленинградского университета. Это направление тогда было модным. Некоторые горячие головы утверждали, что теоретической основой разведочной геофизики является теория информации и примыкающая к ней статистическая теория обработки сигналов.

И все же где-то в 1973 или 1974 году я стал решительно отходить и от теории случайных процессов, и от математической статистики. И даже запретил себе просматривать журналы соответствующего профиля. В чем же были причины отхода от столь любимого мною направления? Их несколько. Во-первых, бедность эмпирических данных, ведущая к примитивизации

* Новосибирск: Параллель, 2009. 512 с.

теоретических моделей. Компьютеры (тогда их называли ЭВМ) только что появились в практической геофизике, но геофизические вычислительные центры, обладавшие техническими средствами преобразования регистрируемых сейсмограмм в цифровую форму, были заняты текущей обработкой. Статистический анализ экспериментального материала отсутствовал (фактически, отсутствует и сейчас). Большинство теоретических моделей основывалось на предположении о гауссовом распределения наблюдаемых помех. Поэтому все решения сводились к давно известным, можно сказать, бытовым процедурам типа метода наименьших квадратов. Все это сильно ограничивало реальную эффективность применяемых статистических процедур. Они давали какое-то уточнение (5–10 %, не более). Более того, попытки изучения более сложных моделей и построения более сложных решений не воспринимались геофизическим сообществом. При этом на протяжении многих лет неоднократно изобретались (на основе сугубо эвристических соображений) какие-то частные аппроксимации уже давно полученных общих решений и быстро входили в моду. Занятия в этой области стали терять для меня эстетическую ценность. В конце концов, строить функцию правдоподобия для гауссова распределения можно научить и обезьяну. В середине 90-х годов один известный французский геофизик, специалист по статистической теории обратных задач геофизики Альберт Тарантолла сказал, что он обкушался методом наименьших квадратов. Я это почувствовал на 20 лет раньше.

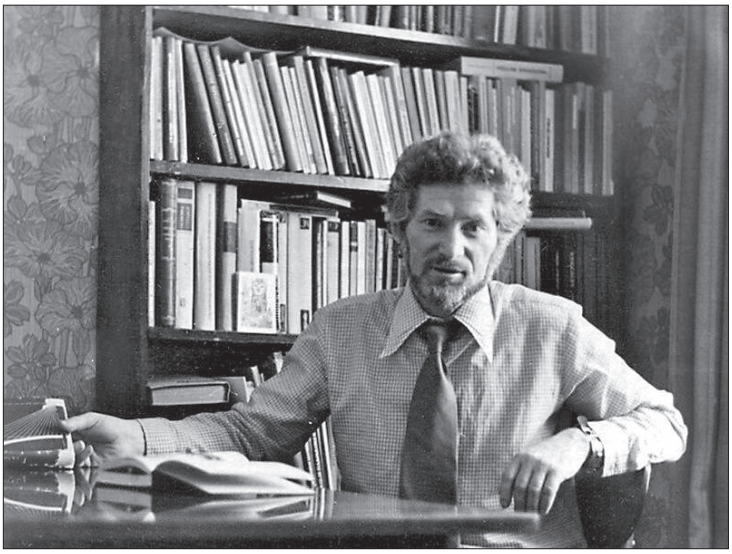
Но хотелось бы отдать должное этой внутренне красивой области знаний, отвлекаясь от часто наблюдаемого ее бытового вырождения. Она сыграла огромную роль в развитии моего менталитета и в моих подходах к анализу эффективности тех или иных решений. Именно тогда я понял, что дело не в каком-то «правильном» выводе тех или иных алгоритмов, а в их научном исследовании и сравнении, глубоко осознал относительность любых критериев и тогда же отказался от идеи существования наилучшего алгоритма безотносительно от реальной ситуации. Однако это — сугубо личный опыт.

Я не отказался от применения статистических методов вообще. Просто я уточнил их место. Изучение структуры полезного сигнала в геофизике оказалось (для меня!) важнее изучения структуры поля помех. Полезный сигнал в сейсмике — это источник колебаний + среда + условия измерения колебаний. Именно эти три компоненты и представлялись мне в существенном детерминированными. Но там, где кончается детерминизм, когда нужно учитывать помехи, начинается статистика. В своей второй монографии по интерпретации данных сейсморазведки (1979) я попытался отразить то сочетание детерминистского (математико-физического) анализа геофизических моделей и учета случайности помех, которое мне тогда казалось оптимальным.

<...>

Так случилось, что именно опыт работы в области распознавания образов подвел меня к тому, что у меня появился вкус к работе в конкретных (с объектной точки зрения) областях геофизики с максимальным учетом специфики изучаемых объектов. Именно ясное осознание необходимости максимального учета всех свойств изучаемых объектов, а не бесконечные дискуссии между представителями статистического и детерминистского (математико-физического) направлений в теории обратных задач геофизики, определило мой подход к решению обратных кинематических задач геометрической сейсмики (т.е. к определению параметров среды по временам прихода сейсмических волн). Сейчас это принято называть лучевой сейсмической томографией, иногда кинематической инверсией.

Но изучение конкретных свойств в казалось бы различных направлениях науки часто приводит к установлению общих для них законов, содержа-



С.В. Гольдин. 1984 г.

ние которых остается весьма богатым (т. е. конкретным!). Вот движение к расширению области применимости конкретных свойств, установление реальной «одинаковости» различных явлений всегда является безусловным достижением научной мысли. Мне посчастливилось осуществить такое «обобщение», когда в начале 80-х годов я обратился к бурно развивающейся, но новой для меня области геофизики, состоящей в преобразовании набора сейсмограмм в изображение среды. На западе это направление получило очень емкое название: *seismic imaging*. На русском используют термины *сейсмовидение*, *визуализация среды*, а также такой, на первый взгляд странный, термин, как *миграция*. Мотивация моего интереса к миграции состояла в следующем. При решении обратных кинематических задач сейсмики, которыми я тогда занимался, определяются и геометрия отражающих границ, и скорости распространения волн, но в предположении регулярности поля отраженных волн. (О понятии регулярности я выскажусь позже.) Миграционные алгоритмы в таком предположении не нуждались, но предполагалось, что распределение скорости в среде известно. Мне показалось заманчивым попытаться объединить оба подхода, устранив ограничения, присущие каждому из них. Скажу сразу, этот план не удался. Оба подхода, хотя и дополняют друг друга, существуют в достаточной степени автономно. Но я не жалею, что такой план у меня был. Он определил содержание моих исследований на много лет вперед. Целый год я просто не знал, как подступиться к решению столь неясно сформулированной проблемы. В отличие от ясной структуры кинематической инверсии, миграционное направление состояло из огромного множества алгоритмов, построенных исходя из разнообразных соображений. Использовались и конечно-разностные методы, и вычисление семейства интегралов, и преобразование Фурье. Содом и Гоморра! Получаемые разными алгоритмами изображения среды в деталях оказывались различными, но в чем-то, а именно в геометрической структуре изображения, они были, безусловно, похожи. За всем этим стояло что-то общее. Стало ясно, что какие-то геометрические характеристики волнового поля преобразуются всеми алгоритмами миграции эквивалентным образом. Значит, предстояло построить такую модель среды и связанную с ней модель волнового поля, которая, с одной стороны, позволила бы описать имею-

щуюся эквивалентность, а с другой стороны, не отличалась бы от модели, применяемой в кинематических инверсиях. В этой модели среда содержит конечное число отражающих границ, каждая из которых обладает своей геометрией, а волновое поле содержит (помимо всяких других волн) такое же число отраженных (от этих границ) волн. В силу линейности алгоритмов миграции достаточно было рассмотреть одну границу и одну волну. Дело оставалось за малым — как определить волну. Как формализовать это понятие не применительно к задаче распространения колебаний, а применительно к специфическим преобразованиям сейсмограмм в компьютере? Отношение к формализации понятий — это особая часть эволюции личности, которую я рассмотрю позже. Там же я изложу и конец этой истории.

В конце минувшего столетия я обратился к совсем новой для меня области — к прогнозу землетрясений. Первое, с чем я столкнулся, это очевидная уникальность сценария каждого землетрясения. Элемент случайности был как бы очевиден. Не удивительно, что до сих пор статистический анализ господствует в сейсмологии и все известные алгоритмы прогноза землетрясений относятся к области статистического прогноза (фактически, к распознаванию образов). И дело даже не в том отношении к распознаванию образов, которое мною было охарактеризовано выше. Я сразу определил для себя, что единственный путь к научно обоснованному прогнозу — это познание физики землетрясений. Конечно, я не был первым на этом пути. Есть и книги с соответствующими названиями. Но я собирался внести свою лепту в этот тяжкий путь к эффективному знанию. И начал с того, что возглавил экспериментальную лабораторию, в надежде организовать соответствующую серию экспериментов, которые помогли бы мне понять, что происходит глубоко в недрах.

Но как подойти к изучению физики явлений с уникальными, не повторяющимися сценариями? В одном из своих стихотворений я упомянул «маленькую подсказку Бога» на пути к знанию. Таких подсказок было много. И известная идея М.А. Садовского о блочно-иерархической структуре среды, к которой я долгое время относился нейтрально (если не сказать — холодно), и представления В.Е. Панина о специфической мезоструктуре пластического состояния. Огромную роль сыграли и те эксперименты, которые проводились в лаборатории. Вообще-то, они поначалу не казались прямо связанными с землетрясениями. Возглавив экспериментальную лабораторию, я естественно принял участие в интерпретации начатых ранее экспериментов с мощными вибраторами. Вибраторы стояли на мягких грунтах, поэтому интерпретацию экспериментов нельзя было осуществить, не познакомившись с механикой грунтов. Я пригласил А.Ф. Ревуженко и С.Б. Стажевского из Института горного дела (учеников Е.И. Шемякина), чтобы они познакомили нас с этой наукой. Из их объяснений я понял, что наблюдаемые нами свойства всецело обязаны дискретной структуре грунтов, в частности, возможности частичек грунта перемещаться друг относительно друга. Но дискретную (блочно-иерархическую) структуру имеет и твердое вещество коры! Не могла не возникнуть мысль, что аналогичные свойства могут проявиться и при подготовке землетрясений. Была и совсем другая аналогия: аналогия с шахматной игрой. Она всегда присутствовала в сознании, когда я размышлял о землетрясениях. Хорошо известно: каждая шахматная партия уникальна. Притом, что правила игры строго детерминированны. В чем же состоит содержательная теория игры в шахматы? Она состоит в анализе типичных ситуаций. Я, конечно же, хорошо знал список основных типичных явлений, встречающихся при подготовке и реализации землетрясений: затишья, форшоки, афтершоки. И даже писал, что разгадка афтершоков равносильна разгадке самого землетрясения. Но одно замечание, которое сделал один из

наиболее известных наших сейсмологов, Г.А. Соболев, меня крайне заинтересовало. Оно заключалось в том, что главное событие чаще всего происходит на границе или рядом с областью затишья. Я почувствовал, что это — один из ключевых моментов. Вскоре после этого (в феврале 2004 года) я делал доклад о медленных движениях в коре, в котором была оценка сейсмической эффективности землетрясения. И во время доклада мне пришла в голову мысль, что низкая сейсмическая эффективность землетрясения имеет ту же природу, что и эффективность вибратора, стоящего на грунте. В голове мгновенно все соединилось и, придя после доклада в свой кабинет, я за несколько минут на бумаге изобразил схему геомеханической интерпретации типичных явлений, в которой нашли свое отражение и идеи Садовского, и идеи Панина, и полученные ранее результаты Шемякина и его учеников, а также один, очень важный результат, теоретически полученный незадолго за этого А.С. Алексеевым, и еще наши собственные эксперименты. В том же году мне удалось опубликовать свою концепцию землетрясения. В соответствии с этой концепцией, с ростом напряжений в достаточно большой очаговой зоне будущего землетрясения возникают аккомодационные процессы, позволяющие среде приспособиться и отодвинуть катастрофическое разрушение. Эти процессы включают диффузионное перераспределение касательных напряжений в окружающее пространство (в направлении к земной поверхности), сильную диссипацию накопленной энергии путем квазипластического течения и упрочнение материала. И только на последней стадии этого процесса начинается локализация деформаций, ведущая к возникновению магистральной трещины. Благодаря большому реологическому контрасту на границе областей течения и упрочнения, именно здесь наблюдается наибольшая концентрация напряжений, и именно здесь происходит разрыв сплошности (землетрясение). Я не стал бы утверждать, что сейсмологи с восторгом восприняли данные представления. Но, в любом случае, это единственная пока концепция, которая посвящена не еще одному возможному механизму образования трещины в земной коре (безотносительно от фактически наблюдаемых явлений), а той совокупности геомеханических процессов, на фоне которых и возникает неустойчивость, называемая землетрясением.

<...>

С этой проблемой я столкнулся дважды. В 60-е годы появились так называемые многократные (обладающие избыточностью) системы регистрации сейсмических сигналов, в которых избыточность реализовалась суммированием трасс (записей колебаний) от общей точки отражения. Этот метод был назван методом общей глубинной точки (ОГТ). Однако принцип, по которому отбирались трассы для суммирования, отвечал общей точке отражения только в том случае, когда все отражающие границы в среде горизонтальны. Поэтому до сих пор есть сейсморазведчики, которые считают, что метод ОГТ обоснован только для горизонтально-слоистой среды. Но метод давал хорошие результаты в очень широком классе сред. Простой анализ показал, что дело не в общей глубинной точке, а в принципе взаимности: если приемник и источник поменять местами, то время прихода волны не изменится. Метод был эффективен благодаря этому общему принципу. Впоследствии выяснилось, что он еще исключительно устойчив по отношению к информации о скорости распространения волн в среде.

Второй случай был более сложным. Я уже писал выше, что в начале 80-х годов я обратился к миграционным преобразованиям сейсмограмм, пытаясь найти то общее, что было присуще огромному числу очень разных алгоритмов. Но еще за 7–8 лет до этого А.С. Алексеев (тогда молодой член-корреспондент АН) собрал наиболее активных (в основном молодых) геофизиков-теоретиков страны, чтобы попытаться коллективно найти ту

идею, которая смогла бы объяснить смысл миграции (самого термина *миграция* тогда еще не было). Вскоре после этой дискуссии Алексеев показал, что некоторые алгоритмы миграции можно связать с решением таких обратных задач, как восстановление начальных данных или правой части уравнения. Затем было показано, что оператор, сопряженный к оператору прямой задачи, также совпадает с одним из алгоритмов миграции (эта интерпретация миграции оказалась самой популярной). И уже потом я показал, что большинство (но не все!) известных алгоритмов миграции одинаково преобразуют поверхности — носители разрывов. И только введение дополнительных критериев (уже не геометрического характера) может быть основой сравнения алгоритмов миграции между собой. Эти критерии появились в середине 80-х годов, а за ними и соответствующие решения (true-amplitude migration). Интересно отметить, что «черный» рецензент моей статьи по миграции в истинных амплитудах писал: «Все сейсморазведчики знают, что миграция — это восстановление волнового поля в среде, и только Гольдин не догадывается об этом». Вся эта история со всей очевидностью показала доминирующую роль понимания в развитии самого эффективного (на сегодняшний день) подхода к обработке сейсмограмм.

Однако наиболее интересно оценить соотношение эффективности и понимания при оценке современного положения геометрической теории волн, в частности геометрической сейсмики (и в особенности лучевого метода), в общем ряду методов расчета сейсмических волновых полей. В институте лучевой метод не изучался, хотя элементарные варианты этого метода существовали давно. Развитая теория лучевого метода возникла в середине 50-х годов в Ленинграде. Ее построили ученики профессора Г.И. Петрашеня В.М. Бабич, А.С. Алексеев и Б.Я. Гельчинский. В 1958 г. Петрашень проводил курсы для геофизиков по динамической сейсмике. Прослышав об этом, я (тогда — пятикурсник Ленинградского горного института) безо всякого на то разрешения стал ходить на занятия. Мне очень понравились лекции Ф.М. Гольцмана (будущего моего оппонента по кандидатской диссертации) по теории группирования сейсмоприемников. Не удивительно, что после того, как я познакомился с методами теории случайных процессов, я решил ее применить именно для анализа группирования. Но большое впечатление осталось и от лекций по лучевому методу, которые читались совсем молодыми Алексеевым и Гельчинским (моими будущими оппонентами по докторской диссертации). Хотя к лучевому методу я обратился позже, чем к методам случайных процессов и математической статистики, но зато — на всю жизнь. Тогда сами создатели современной теории лучевого метода относились к нему как к чему-то временному. Считалось, что когда компьютеры позволят считать полное волновое поле (а это казалось главной целью), лучевые и другие асимптотические методы отпадут сами собой. Действительно, если лучевой метод рассматривать именно как метод расчета полного волнового поля, то у него нет никаких достоинств. Одни недостатки. Достаточно того, что в более или менее сложных ситуациях его погрешность оценить невозможно, поскольку волновое поле состоит из множества волн, число которых трудно оценить, а так как образование волн в средах с границами есть ветвящийся процесс, то считать имеет смысл только несколько волн, да и то только первые слагаемые лучевых (асимптотических) рядов, сходимость которых если и изучалась, то только вблизи фронта. Однако главным недостатком считалось обращение амплитуды волны в бесконечность в точках сингулярности.

В 70-е годы появились первые расчеты полных волновых полей. Сейчас существует много программ, позволяющих решать прямую динамическую задачу в разнообразных (в том числе и трехмерных) ситуациях. И что же? Лучевой метод не только не ушел со сце-

ны, но, напротив, продолжал интенсивно развиваться. Развивается и сейчас. В чем дело? А дело в том, что сопоставления полного волнового поля с реальными сейсмограммами, совершенно необходимого для проверки правильности выбранной модели среды, еще недостаточно для понимания тех волновых явлений, которые имеют место в данном эксперименте. В силу локальности, свойственной решениям гиперболических уравнений, локальным особенностям среды отвечают и локальные особенности волнового поля в точках его регистрации. Вот эта связь локальных особенностей и несет в себе возможность выделения и понимания происходящих волновых явлений. Все слова и понятия, используемые нами при интерпретации волновых полей (отраженная, головная и другие волны, петли, фокусировки, дифракция и т. п.), по отношению к реальным неоднородным средам имеют смысл только как асимптотические решения соответствующих волновых уравнений. И без них (без этих понятий) что-либо понимать просто невозможно.

А как же обращение амплитуд волн в бесконечность в точках сингулярности поля лучей, т. е. на каустиках? Явление каустической особенности (а многие чувствовали каустику на своей коже, направляя пучок света через линзу на ладонь) является исключительно важным волновым явлением. Радуга на небе — двойная каустика, и от этого она такая яркая. Но точное определение каустики возможно только в терминах лучевого метода. И уже поэтому он нужен. Бесконечность амплитуды «снимается» разработанными в последние два десятилетия методами расчета волны в окрестностях каустик. Более того, при интерпретации волны как разрыва решения волнового уравнения выясняется красота и богатство явления каустики. Каждому разрыву отвечает порядок производной, значения которой на разрыве меняются скачком. Этот скачок и есть амплитуда волны. В современной математике порядок производ-

Лаборатория математических методов исследований, 1987 г. Сидят (слева направо): Г.М. Митрофанов, Т.В. Курдюкова, Л.Г. Киселёва, Н.П. Шмелёва; стоят: А.В. Окольский, И.С. Шеломов, С.В. Гольдин, В.Г. Черняков

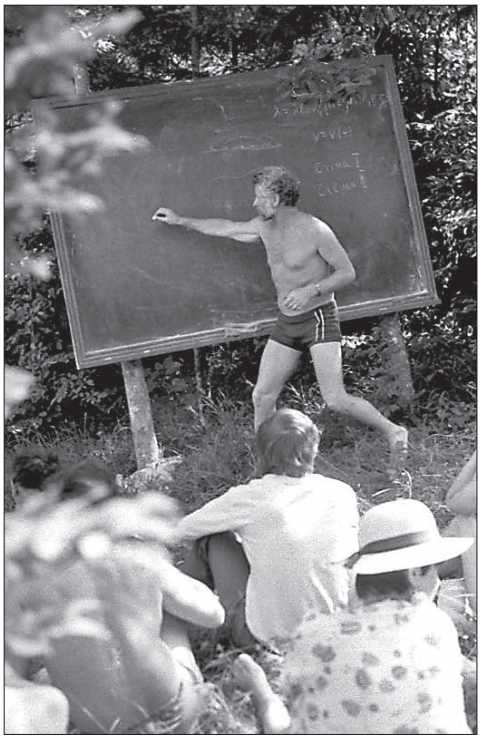
ной может быть любым рациональным числом. В точке каустики волна-разрыв меняет свой порядок на дробную величину. Разрыв становится качественно другим. И, конечно, имеет конечную амплитуду. В бесконечность обращается амплитуда уже не существующего разрыва. Если трактовать разрыв как обобщенную функцию, то снимается и проблема предельного перехода в окрестности каустики.

Я довольно быстро пришел к «пониманию проблемы понимания» как исключительно важной самостоятельной проблемы. Может быть, поэтому (а может быть, эту страсть я унаследовал от мамы-учительницы) я всегда стремился преподавать, и не только студентам. Раньше, когда я не был так катастрофически занят, я проводил два лабораторных семинара в неделю — исследовательский и учебный. Во второй половине 80-х годов моя лаборатория организовывала школы молодых геофизиков страны, на которых я на природе читал лекции по избранным направлениям геофизики. И это были мои лучшие лекции, потому что — в отличие от студентов — молодые специалисты хорошо знали, зачем им нужны преподносимые им знания.

Когда в начале 90-х годов я работал в одном из бразильских университетов, мне предложили прочесть курс лекций по распространению упругих волн в анизотропных средах. Я согласился, хотя никогда анизотропией до этого не занимался. Довольно быстро я дошел до описания упругой анизотропии кристаллов. Задача состояла в том, чтобы определить структуру тензора упругих модулей в средах с разными наборами элементов симметрии. Я взял соответствующий том Ландау и Лифшица и посмотрел, как это делается. При обосновании того, что изотропная упругая среда описывается двумя модулями, там было сказано, что существуют только два четырехиндексных произведения символов Кронекера, которые инвариантны относительно всех поворотов. Я понял, что бразильские студенты такого объяснения не поймут. Да и для наших студентов-геофизиков оно звучало бы слишком формально. И я стал лихорадочно думать, что излагать на лекции. Довольно быстро сообразил, что задачу можно свести к линейно-алгебраической задаче идентификации матрицы линейного оператора, действующего в шестимерном пространстве, в котором орты — суть сжатия–растяжения вдоль координатных осей и элементарные сдвиги в координатных плоскостях. Этот подход, дополненный неким физическим предположением, оказавшимся впоследствии эквивалентным хорошо известному принципу Кюри, позволял легко проанализировать все классы симметрии, избавившись от таких формальностей, как комплексные повороты, используемые при анализе тригональной симметрии, а также выводить связь эффективных модулей с параметрами структурированных сред. Вернувшись домой, я решил продолжить чтение лекций по курсу сейсмической анизотропии в НГУ, чтобы подготовить учебник, в котором широко бы использовался придуманный мной метод идентификации упругих модулей. Сейчас он практически готов. Такое плотное знакомство с анизотропией позволило мне в дальнейшем излагать геометрическую сейсмику сразу для изотропных и анизотропных сред.

<...>

Приехав в Академгородок, я смог посещать семинары в разных институтах и сразу же проникся великой ролью семинаров. Мне посчастливилось: став (уже в Тюмени) в 29 лет заведующим лабораторией, я сразу стал проводить два лабораторных семинара (учебный и научный) в неделю, стараясь с первых заседаний придать им атмосферу живой и веселой науки. Это всем нравилось. Мне поручили вести и отдельский семинар. Когда я вернулся в Институт геологии и геофизики, я столкнулся с тем, что объявление можно вешать только о таком семинаре, который утвержден в качестве одного из официальных семинаров отдела. Потом я столкнулся с тем, что я могу пригласить докладчика из другой лабо-



Академик С.В. Гольдин ведет семинар в летней школе на Байкале. 1988 г.

ратории только с разрешения заведующего той лабораторией. Я никогда не считался с подобными правилами. Тем более, что во многих других институтах (например, в соседнем Институте математики) они не применялись. И когда я стал директором Института геофизики, я начал с того, что возродил общеинститутский семинар. Я и эффективность своей работы оценивал по посещаемости этого семинара.

В середине 80-х годов моя лаборатория стала организовывать школы молодых геофизиков страны по математическим методам геофизики. И опять я действовал неофициально. Мы приглашали уже знакомых нам молодых исследователей, обращались также к руководителям геофизических организаций, чтобы рекомендовали новых участников школы, потом мы выбирали тему школы и место. Я обращался к руководителю геофизического треста, работающего в данном районе, за помощью. В обмен за помощь молодые сотрудники треста тоже принимали участие в работе школы. Нам давали транспорт, квоту на питание (тушенка, крупа и т. п.), места на базе отдыха. На Байкале, на берегу Оби жили в палатках, в Прикарпатье и в Дивногорске — в маленьких гостиницах, в Таджикистане — в домиках, выстроенных для геологического туризма. Лекции я всегда читал на свежем воздухе, в качестве доски в одной из школ использовался дачный стол, обитый дерматином. Пришлось как-то прочесть лекцию у скалы. Но обычно выручали сельские школы, давая доски в долг. Слушатели были более внимательны, чем студенты. Они хорошо знали, зачем это им нужно. Вместе с ними я играл в волейбол, в футбол, делал пробежки, ходил в походы. Сидели у костра, у нас был и свой бард — Аркадий Мадатов из Днепропетровска. Была и мандолина (ее привозил я). На переломе от Союза к России школы превратились в Русско-Норвежские симпозиумы (участники школы участвовали уже как зрелые представители отечественной геофизики), которые прошли сначала на Кольском, вблизи границы, а затем в горном курорте Восс вблизи Бергена и в Листвянке на Байкале. В качестве спонсоров выступили норвежские нефтяные компании. Сейчас я снова провожу летний ежегодный семинар, но теперь в новом формате. Во-первых, тематика: он посвящен механике вещества, из которого сложена земная кора, и происходящим в коре процессам. Во-вторых, раньше мы отбирали способных молодых геофизиков, теперь я ищу механиков и геофизиков, знакомых с механикой, активно работающих на уровне не ниже докторского. В-третьих, каждый из этих специалистов имеет возможность сделать часовой доклад без ограничения времени на вопросы и дискуссию. Поэтому число участников на этом семинаре ограниченно. Для меня этот семинар исключительно значим, поскольку именно там по-настоящему апробируются идеи, достигается понимание многих явлений и завязывается настоящее сотрудничество. Последнее — наверное, самое главное.

Наука, по моему убеждению, относится к лучшим видам человеческой деятельности. Но это ощущение достигается, по понятным причинам, не всеми. Может быть, лучшее качество этой сферы человеческой деятельности состоит в том, что именно в научном творчестве человек может достигнуть максимальной свободы, доступной личности вообще. Этому я посвящу последнюю главу книги. Вместе с тем наука есть один из человеческих институтов. И в этом своем качестве она наделена всеми достоинствами и недостатками, присущими любой человеческой организации. Конкретное научное образование существует в рамках конкретного этноса, и, следовательно, оно обладает всеми его этнокультурными традициями. Можно ли говорить об особенных моральных качествах ученых? Думаю, что нет. Конечно, люди науки — это люди с повышенным образовательным цензом. Это люди, которые имеют возможность мыслить в исторических и культурных категориях, не всегда доступных многим другим слоям общества. И все же, априорные претензии на некий особенный моральный уровень в науке, на мой взгляд, не имеют серьезных оснований. За исключением одного пункта: в науке есть свой нравственный закон, который обязывает к честному изложению полученных фактов и своих мыслей. В отличие от политики (и от многих разделов техники), ученый может ошибаться. Но его заблуждения должны быть искренними. Я уверен, что каждый работающий в науке стихийно придерживается этого закона. Хотя никаких клятв по этому поводу не произносится. Просто по той причине, что противоположное поведение делает научные занятия бессмысленными.

<...>

Переступив тридцатилетний рубеж, я неожиданно для себя стал писать стихи. Никакой связи с бардовским движением здесь нет. Барды апеллировали к обществу, я обращался только к себе. Я никогда не завидовал своим уже ставшим известными — благодаря стихам или песням — друзьям. У меня не было (и нет) нужды самоутверждаться в чем-либо вне науки. Причина была более чем банальна: любовь. Возникла неукротимая потребность снять стихами эмоциональное напряжение, связанное и с восторгами, и с разочарованиями любви. Сей-

База отдыха. Нептун — С.В. Гольдин, русалка — Н.А. Ткаченко. 1978 г.

час меня удивляет, насколько неумелыми и беспомощными были мои первые стихотворные опыты. От тридцатидвухлетнего интеллигента, сына страстной любительницы всей русской поэзии и знавшей наизусть великое множество хороших стихов, можно было бы ожидать большего. Но я искал только точного выражения своих эмоций, это получалось, и постепенно стихотворчество оторвалось от своей первопричины. Не только любовь к женщине, но и усиливавшаяся с возрастом любовь к природе, ощущение преходящего времени и многое другое нуждались в эстетическом выражении соответствующих эмоций. В конце концов, «стало привычным делом из слов собирать стихи», нисколько не заботясь о том, чтобы они нравились кому-то еще, а потому никогда не думая об их опубликовании.

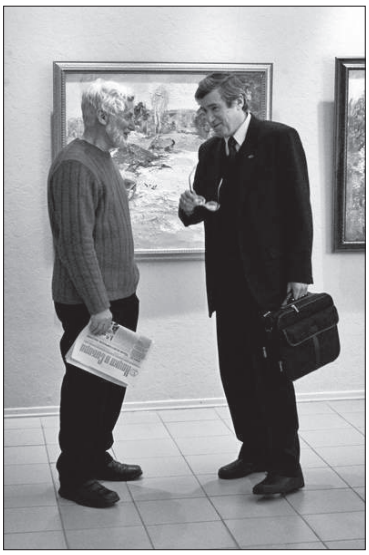
Непонятно откуда возникшая, но глубоко укоренившаяся в человеческом бытии потребность эстетического выражения своих чувств является одной из первооснов искусства. Почему мы так часто восклицаем: «Друзья! Прекрасен наш союз!», «Как здорово, что все мы здесь сегодня собрались!» и т. п.? Именно исходя из этой потребности. Гениальные поэты, благодаря своей таинственной способности делать свое субъективное эстетическое переживание общезначимым, предоставили нам возможность находить эстетический эквивалент практически любой жизненной ситуации. Зачем же возникает необходимость писать не столь совершенные, но свои стихи? Во-первых, память ограниченна. И если при взгляде на любой осенний ландшафт я каждый раз буду повторять строчку: «унылая пора, очей очарованье...», то от частого повторения неизбежно наступает девальвация и этой гениальной строки. Во-вторых, и это главное, — переживание всегда индивидуально. Общезначимость шедевра является и его достоинством, и его ограничением. Человек, который чувствует в себе хотя бы росток творческих способностей, неизбежно стремится найти индивидуальный эстетический эквивалент индивидуальному эмоциональному переживанию. Помню, как я радовался, когда после многочисленных (и многолетних) попыток найти собственные строчки о любимой осени мне все-таки удалось подобрать такие слова, которые выразили именно мою любовь к ней. И, в-третьих. Именно собственное стихотворчество помогает лучше понимать вершины поэзии. Увлечение рисованием, которое пришло ко мне на пороге моих 50 лет, принесло и любовь к настоящей живописи. Это — как и в науке. Настоящее понимание глубины серьезных научных результатов чаще всего доступно только специалистам, работающим в этой же области. Вообще, между научным и художественным творчеством (при всем различии стимулов и подходов) оказалось гораздо больше сходства, чем это можно было ожидать.

В дальнейшем я нашел и другие причины, заставляющие инженера или ученого деятельно приобщаться к искусству. В результате разделения труда, определившего возникновение племени профессионалов, разделилась и жизнь. С одной стороны, я живу в сфере профессиональной деятельности, в мире формул. Эта моя жизнь мало понятна самым близким мне людям. С другой стороны, я живу обычной человеческой жизнью, в которой существенны только детский опыт, юношеские искания, первая и не первая любовь, дети, их болезни и успехи, собственные болезни, неудачи, неизбежная смерть. Нормальная человеческая жизнь сопряжена с множеством проблем, с которыми сталкивается каждый. Чаще всего они связаны со столкновением интересов. Абсолютного решения таких проблем не бывает. Выше я писал об аналогичной ситуации и в науке. Но там проблемы удается сводить к последовательности хорошо поставленных (решаемых) задач. В жизни так получается не всегда. Для себя я давно выработал такое определение: реальная проблема — это та, которая не имеет решения. Един-

ственный способ ее разрешить (но не решить!) — это компромисс. К сожалению, в обществе, в котором еще недавно царствовала идеологема «тот, кто не с нами, тот — против нас», в котором принципы важнее жизненного опыта («не хочу поступиться принципами»!), а принципиальность считается главным достоинством личности, путь к компромиссу очень труден. Научных решений индивидуальных жизненных проблем нет. Науку заменяет жизненный опыт — и индивидуальный, и опыт поколений. В чем же закрепляется этот опыт? Одна из важнейших форм его закрепления — искусство. Наше понимание любви неразрывно связано с образами Ромео и Джульетты, ревности — с образом Отелло, благородства помыслов — с Дон Кихотом. Красота, ощущение гармонии выступают и как критерии «правильности», и как формы, в которые облекается важная информация.

Фёдор Михайлович Достоевский считал, что «красота мир спасет». Я так не думаю. Но уверен, что красота помогает спасать мир. Кстати, красота и гармония немаловажную роль играют и в науке. Поэтому чувство красоты не притупляется в результате углубления в научное творчество, а напротив — развивается. Не удивительно, что творческая личность обнаруживает в себе стремление закрепить свой индивидуальный жизненный опыт в доступных ему формах искусства.

Стихи для меня — это эстетическое выражение собственного жизненного опыта. Связь с повседневной жизнью. Если с помощью математических формул я соотношу себя с процессами окружающего меня материального мира, то в стихах я соотношу себя с природой как с местом моего личного обитания. Освящая ее, преклоняясь перед ее красотой, я вырабатываю в себе (в какой-то мере и в окружающих) стремление к охранению первозданной природы как естественной среды обитания человечества.



Академики С.В. Гольдин и В.В. Кулешов в Доме ученых СО РАН, 2004 г.

В формулах, описывающих физические процессы, время есть абстрактная переменная, не имеющая никакого эмоционального содержания. Я спокойно могу написать $t \to \infty$, не ощущая трагизма ситуации. В стихах я пишу об индивидуальном времени, примиряя себя с ограниченной длительностью собственного существования. И в этом тоже помогает вживание в природу. Эйнштейн так и сказал: «я не боюсь смерти, потому что давно не отделяю себя от природы». В стихах я пишу о Женщине, внося свою лепту в очеловечивание любовного чувства. Стихи становились эквивалентами формул, фиксирующих мое жизненное мировоззрение. Замечу, что стихи часто оказываются умнее пишущего их. Поэтому они учат и своего автора. Мог ли я додуматься до строчек: «Чем больше свободы берем у любви, тем меньше любви и тем горше свобода», вне сочинительства стихов?

Может быть, лучше всего я выразил баланс между формулами (наукой) и стихами (реальной жизнью) в стихотворении, названном так же, как и эта глава: «Стихи и формулы».

Стихи — не формулы: сплошные нелогизмы,
где вместо силлогизмов — афоризмы,
которых никогда не доказать.
Слова играют? Образ сочен?
Но символ знает место, символ точен!
Сомнения — по краешку обочин,
и не страдать тут впору, а — дерзать!

Уж год стихов не сочиняю.
И даже о стихах не помышляю!
Но формулы выстраиваю в ряд.
И в том не вижу сожалений,
поскольку обоснованность решений
ценю всего превыше.

Невпопад

слова на строчки не роняю,
ненужной рифмой строчки не ровняю —
знак равенства — надежнейший гарант
тому, что нет обид, сомнений,
запутанных и ложных положений
и бесконечных недоразумений,
а символ бесконечности — лишь бант,

который там и тут вплетаю.
Меж тем — капель. Все тает.
И скоро снег с черемухи слетит.
А там — сирень. И нить воспоминаний
потянет, поведет в погасший ад страданий...
Но это — лишнее. Для лишнего — петит!

А крупный шрифт — для знака интеграла.
Тугая нить и два овала.
Он мудрый змий, что знал немало
и меру сущего, возвысившись, постиг.
Но лезут вновь петитом строки,
обрывки разговоров и упреки.
Вот так всегда — забудешься на миг...

Я был нетерпелив? Возможно.
Но вечность ждать! Ждать вечность — можно?
И ты была так осторожна
среди соблазнов повернуть, свернуть...
Вернемся лучше к знаку интеграла:
как точен он — ты б только знала!
Тут спорить не о чем, и не в чем упрекнуть.

Я терпелив. Я знаки подбираю.
Я с ними, точно с мышью кот, играю
и вместо «альфы» смело ставлю «ню».
Вот формулы: выстраивай и числи!
Но где-то на задворках мысли
я что-то очень нелогичное храню.

Стихи. Не формулы. Сплошные нелогизмы.
Рассвет. И тремоло ветвей, как трепет жизни.
Висящие в тумане дерева...
Букет сирени в тонких пальцах.
Потом — все валится из рук, все валится...
Я бормочу слова...

1982