



НАСЛЕДИЕ С.В. ГОЛЬДИНА

В своем эссе “Эволюция личности в сфере науки через призму собственного опыта” Сергей Васильевич Гольдин обращается к словам Марины Цветаевой, которая считала, что все поэты делятся на поэтов с развитием и поэтов без развития. На поэтов, имеющих историю, и поэтов без нее. Можно ли говорить об ученых с историей и без нее? С.В. Гольдин, несомненно, был ученым с историей, говоря словами М. Цветаевой: “Он открывал себя во всех явлениях, встречающихся на пути, в каждом новом шаге и каждой новой встрече. Он не оборачивался на своем пути. Его опыт накапливался будто сам собой и складывался позади, как ноша за спиной, которая никогда не давит на плечи”. Сергей Васильевич был требователен к себе больше, чем к другим, и часто задумывался о своей роли и месте в науке. Он писал: “Легко произносить слово “ученый”, когда говоришь о ком-то другом, прославленном и именитом. На русском языке это слово имеет оттенок пиетета, к себе плохо приложимого”. Одним из любимых фильмов С.В. Гольдина был старый советский фильм “Монолог”, который рассказывает о не очень молодом ученом, директоре одного научного института, который в конце своей карьеры пытается определить свою роль в науке: “*В науке существуют те, кто прошибает стены, и те, кто потом сотни лет подчищает осколки...*”. Несомненно, важны и те и другие, считал С.В. Гольдин и, кажется, никак не мог решить, к какой же категории принадлежит он сам.

На протяжении своей долгой профессиональной жизни С.В. Гольдин работал практически над всеми сторонами сейсмического метода. Интересно взглянуть на разные аспекты его научного мировоззрения, которое актуально сегодня, так же как и 50 лет назад

ОТ СТАТИСТИКИ К ДЕТЕРМИНИЗМУ

Классическая физика прошла долгий путь от детерминизма Ньютона к квантовой статистике Дирака. Можно сказать, что С.В. Гольдин проделал обратный путь. На протяжении 60-х и в начале 70-х гг. прошлого века С.В. Гольдин усиленно работал в направлении статистического анализа сейсмических сигналов. Его кандидатская диссертация была посвящена аспектам статистической помехоустойчивости различных представлений сейсмограмм. Он также опубликовал статьи об оптимальной регистрации и оценке параметров сейсмических сигналов. С.В. Гольдин одним из первых обратился к теории регуляризации Тихонова для решения некорректных обратных задач. Он верил, что статистические представления необходимы, но в то же время не рассматривал статистический подход в качестве единственной теоретической основы разведочной геофизики. В середине 70-х гг. С.В. Гольдин об-

ратился к детерминистическому подходу. Главной причиной обращения к детерминизму он считал бедность наших данных, ведущую к очень упрощенным статистическим моделям. К сожалению, эта упрощенная статистическая модель, включающая предположение о Гауссовом распределении помехи, используется и сегодня. Однако С.В. Гольдин не перестал использовать статистические методы, он только лучше определил их место при обработке сейсмических данных. В соответствии с его представлениями сейсмический сигнал в основном состоит из функции источника, осложненной проходящей средой, и условиями приема. Все это может быть описано как чисто детерминистические процессы. Однако там, где детерминизм заканчивается, помехи необходимо учитывать, и появляется необходимость в статистических представлениях.

С.В. Гольдин считал также ошибкой движение в противоположном направлении – к абсолютному детерминизму. Он напоминал, что Ричард Фейнман в своей знаменитой классификации наук определил геофизику 11-ю (почти самую высокую) степень сложности, характеризуя ее как “сплошной спектр неоднородностей”. Использование чистого детерминистического подхода и описание параметров среды кусочно-линейными функциями явно не соответствуют такой характеристике.

ФОРМАЛИЗМ И ПРЕОДОЛЕНИЕ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

С.В. Гольдин задавался вопросом: насколько может быть формализована обратная геофизическая задача и как преодолеть неоднозначность, неустойчивость и неопределенность ее решения? Проблема заключается в том, что применение определенного решения обратной задачи – это область интерпретации и не может относиться к математической теории. В каждом новом районе интерпретатор имеет дело с новой геологической ситуацией, и его задачей является найти корреляцию между неизвестной геологической ситуацией и известным модельным решением, полученным из упрощенных предположений о реальной геологической среде. Различие между решением обратной задачи и реальностью может оказаться очень большим. Как правило, такой разрыв может быть заполнен, только если мы понимаем, что задача не может быть полностью математически формализована. Решение зависит от наших знаний и опыта. Важно отметить, что этот разрыв заполняется не только интерпретатором, но и математиком, работающим в области обратных задач. Только объединение усилий обоих специалистов может гарантировать успех. С.В. Гольдин считал, что интерпретатор имеет дело с проблемой,

а математик — с задачей. Направления их усилий должны быть направлены навстречу друг другу: от проблемы к задаче. Это и есть преодоление неопределенности. Настоящая проблема, в отличие от задачи, никогда не имеет точного и однозначного решения. Любое решение — это компромисс. Преодоление неопределенности — это никогда не заканчивающийся процесс.

Роль математики в геофизике и вообще в науке всегда была важным вопросом для С.В. Гольдина. Является ли уровень использования математики показателем развития науки? Гольдин считал, что математика помогает выполнять решения эффективно. В случае, когда можно определить проблему математически и при этом не потерять адекватность описания реальности, математика может использовать большой арсенал методов для решения задач. К сожалению, зачастую ученые, занимающиеся естественными науками, не имеют достаточной математической культуры и не могут математически правильно определить задачу, а математики не обладают достаточной интуицией для глубокого понимания проблем естествознания. В этой ситуации эффективное использование математики не может быть достигнуто простой декларацией. Хорошим примером невозможности математики решить естественно-научную проблему С.В. Гольдин считал так называемое обращение полного волнового поля. Он приводил две основные причины, которые делают обращение волнового поля невозможным. В качестве первой С.В. Гольдин подчеркивал неадекватность описания моделью реальной среды. Предположения о параметризации модели (например, гладкое кусочно-линейное, матричное или другое), которые обычно используются, редко могут быть обоснованы или проверены. В результате, распространение поля, описываемое волновым уравнением, как правило, неадекватно для описания наблюдаемых данных. Второй причиной, не позволяющей математически решить обратную задачу путем обращения волнового поля, — это ее так называемая вычислительная суперсложность. С.В. Гольдин иллюстрировал это известной задачей игры в шахматы. В шахматах возможно, в принципе, построение машины для “идеальной игры”. Однако, как было показано некоторыми исследователями, для этого необходимо создание компьютера с числом операций в секунду, превышающим число атомов во вселенной, что можно считать непреодолимым препятствием.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ПОНИМАНИЕ

Целью любого научного исследования является приобретение новых знаний. Для С.В. Гольдина этого не было достаточно. Он считал, что наука должна улучшать человеческую жизнь. В сейсмике это означает появление нового способа сбора данных или обработки. Часто новые методы предлагаются талантливыми людьми с хорошей интуицией, но без ясного физического понимания. С.В. Гольдин понимал, что это может вести к ограничению применения новых методов или к ложным ожиданиям. В качестве примера он приводил историю хорошо известного и популярного метода общей средней точки (ОГТ). В 60-х гг. метод ОГТ считался справедливым только для горизонтально-слоистой модели среды с постоянными скоростями. Однако он давал хорошие практи-

ческие результаты для намного более общего класса моделей. Анализ показал, что метод работает не потому, что отражения происходят от общей глубинной точки, а благодаря принципу взаимности источника и приемника. Позднее было показано, что метод ОГТ также устойчив и при горизонтальных изменениях скорости.

Другой пример связан с ролью геометрической сейсмологии в современной теории распространения сейсмических волн. Несколько десятилетий назад считалось, что, когда компьютеры достигнут высокой производительности, лучевой метод и другие асимптотические решения станут ненужными. Однако лучевой метод продолжает играть важную роль в сейсмике. Секрет заключается в том, что простого сравнения между синтетическими и наблюдаемыми сейсмограммами явно недостаточно для понимания процесса распространения волн. В этом смысле лучевой метод намного лучше приспособлен для осмысления того, как локальные свойства среды влияют на аналогичные свойства волнового поля. Все концепции, которые мы используем при интерпретации волновых полей относительно реальных неоднородностей среды (отражения, преломления, дифракции и т. д.), имеют смысл только в терминах асимптотических решений соответствующего волнового уравнения. Без асимптотических решений практически невозможно анализировать сейсмические наблюдения.

НАУКА КАК СФЕРА ЧЕЛОВЕЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

С.В. Гольдин рассматривал человеческий аспект как неотъемлемую часть науки. Прежде всего, наука существует только в человеческом обществе и только благодаря людям. Однако для С.В. Гольдина наука была еще и игрой, со своими правилами и своим игровым полем. Каковым являются семинары, конференции и другие формальные или неформальные мероприятия. Общение, согласно С.В. Гольдину, играет решающую роль в научном прогрессе. Факт становится научным результатом, только если он обсужден и проинтерпретирован научным сообществом. С.В. Гольдин считал важным, чтобы семинар проходил оживленно, в дружеской, окрашенной юмором, атмосфере. Если на семинаре смеются, значит возникла необходимая атмосфера общности. Много лет назад Сергей Васильевич посетил меня во Франции и присутствовал на нашем еженедельном семинаре. После окончания он сказал мне с улыбкой: “Женя, у Вас все в порядке, я за вас спокоен”. “Почему?” — спросил я. Его ответ тогда меня немного удивил: “Потому что у вас на семинаре смеются”. Сегодня я очень хорошо это понимаю.

С.В. Гольдин рассматривал мораль и этику как интегральную часть науки и философии. Он считал, что в общем нельзя говорить о специальных моральных качествах ученых. С одним исключением: наука имеет один моральный закон, требующий честного представления полученных результатов. В отличие от политиков или техники ученый должен быть готов принять и признать свои ошибки. Ошибки ученого не должны быть связаны с его политическими или религиозными убеждениями, или принадлежностью к той или иной компании, или правительству. Иначе занятие наукой становится бессмысленным.

ВМЕСТО ЗАКЛЮЧЕНИЯ

Как-то, незадолго до смерти, Сергей Васильевич сказал мне, что целью жизни считает достижение самовыражения и предела своих возможностей. Однако тут же добавил, что никто не может точно знать, где и в чем его предел. Вот мы и должны, ну совсем как в спорте, всегда пытаться превзойти не столько других

(это легко), сколько себя. Прямо как в стихах самого С.В. Гольдина:

“...Но в тот же миг я понимаю,
Что там за храмом — новый храм,
К нему — неведома дорога,
Которую построю сам.
По маленькой подсказке Бога.”

*Е.И. Ланда
PhD, профессор Тель-Авивского университета*