

## ОТЗЫВ

*на автореферат диссертации Казанина Геннадия Алексеевича «Разработка технологии разделения сигналов при перекрывающимся отстреле площади морских 3D-4C сейсмических наблюдений двумя источниками», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.9 – «Геофизика»*

В диссертации рассматривается задача обработки данных, полученных в результате высокопроизводительной сейсморазведки, когда на одной сейсмограмме регистрируется запись, связанная с последовательным возбуждением нескольких источников. Тема чрезвычайно актуальна и активно развивается в последние годы. Ей посвящаются специальные сессии на международных геофизических конференциях, проводятся круглые столы, а также публикуется много статей в самых авторитетных журналах. В самом деле, длительность полевого сезона сейсмической партии ограничена, и понятно желание собрать как можно больше данных. Аналогично, если речь идет о методе ВСП, приостановить процесс бурения скважины, чтобы провести на ней геофизические испытания можно лишь на небольшой временной промежуток. Поэтому делаются попытки возбудить как можно больше источников, а затем разбирать такие интерференционные записи на отдельные сейсмограммы. Также понятно, что в общем случае такая задача решения не имеет. Точнее говоря, решений бесконечно много. В самом деле, если известно, что наблюдаемое поле  $X$  содержит в себе поля  $Y$  и  $Z$ :

$$X=Y+Z, \quad (*)$$

а надо, имея только  $X$ , восстановить  $Y$  и  $Z$ , то можно выбрать любые  $Y$  и  $Z$ , которые в своей сумме отобразятся в  $X$ . Поэтому приходится делать те или иные предположения о свойствах искомого решения. В этом, кстати, кроется одна из неприятных особенностей решения задачи: в зависимости от выбора априорной информации будут получены, вообще говоря, различные результаты.

В диссертации предложено использовать хорошо известную по применению в обратной динамической задаче меру импульсности решения, которую диссертант, калькируя англоязычный термин, называет «разреженной инверсией». Функционал импульсности минимизируется относительно искомых решений при ограничении в виде равенства (\*). Сама постановка оптимизационной задачи, а также методика ее решения описана в геофизической литературе. Импульсность обеспечивается путем применения нелинейных схем с использованием пороговых решающих правил. Поэтому мое замечание относится скорее ко всему направлению, в русле которого такие методы разрабатываются. В том числе и к работе, автореферат которой представлен на рассмотрение. Я нигде не встречал доказательств того, что выбранная

оптимизационная схема сходится именно к искомому решению. Хотелось бы это увидеть. В каких случаях сходится? К какому именно решению? И вообще, где само доказательство сходимости метода?

Традиционно, если вводится оптимизационное решение задачи, то оно не имеет геофизического и математического смысла до тех пор, пока не будут доказаны сходимость процедуры, а также после этого не будет продемонстрировано, что обеспечивается несмещенное решение, т.е. сходимость имеет место именно к искомому решению. После геофизической и математической постановок задачи определяется желаемое решение. Формируется соответствующий функционал и затем необходимо доказать, что он имеет минимум на искомым параметрах, т.е. приводит к получению желаемого решения. С этой целью функционал дифференцируется и результат приравнивается к нулю. Отыскиваются корни полученного уравнения. Показывается, что они совпадают с искомыми параметрами. Демонстрируется, что решение задачи единственно, т.е. функционал унимодален. Если он не унимодален, то необходимо указать условия, при которых будет обеспечена сходимость именно к желаемому решению. И только на этом завершающем этапе решения задачи предлагается тот или иной численный метод оптимизации.

В автореферате задача решается не с начала, а с конца. Точнее говоря, все необходимые этапы ее решения просто опущены. Сразу же, без каких-либо исследований и доказательств существования и единственности решения, вводится алгоритм оптимизации.

К основным достоинствам работы я отношу то, что ее автором разработаны методические рекомендации по применению сейсморазведки с перекрывающимися истопниками. Вероятно, именно это будет способствовать устойчивости разделения интерференционной сейсмограммы. Так, показано, что при возбуждении источников на шельфе необходимо соблюдать полное документирование координат и времен возбуждения источников, использование регулярной сети пунктов возбуждения и непрерывной регистрации, использование случайных задержек при возбуждении сигналов в диапазоне от  $\pm 0.25$  с до  $\pm 1.0$  с. Также подготовлены практические рекомендации по организации полевых работ и процедурам контроля качества, обеспечивающим воспроизводимость результата на производственных объемах.

Анализ материалов автореферата позволяет заключить, что представленная диссертационная работа отвечает требованиям предъявляемым Положением МГУ к кандидатским диссертациям, а ее автор, Казанин Геннадий Алексеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.9 – «Геофизика».

Директор по науке ООО «ГЕОЛАБ», доктор физико-математических наук, Денисов М.С.

119071, Москва, ул. Орджоникидзе, 12/4, Россия, , тел. 5

Я, Денисов Михаил Сергеевич, согласен на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Денисов М.С.

«2» декабря 2025 г.

Подпись заверяю:

Генеральный директор ООО «ГЕОЛАБ» Курин Е.А

22 » декабря 2025 г.

