

## **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»

Автором диссертационной работы исследуется тема разделения сигналов от перекрывающихся сейсмических источников при непрерывной регистрации смешанных волновых полей упругих колебаний. Данная тема более 20 лет активно изучается за рубежом и ее развитие явилось одним из самых значимых технологических прорывов в морской сейсморазведке за последние 10 лет. Сегодня в мировой практике проведения работ с донным регистрирующим оборудованием стало нормой использование от 4 до 6 работающих независимо источников сигнала, что позволяет на больших площадях исследования снизить себестоимость работ с  $100 \text{ \$/км}^2$  до  $25 \text{ \$/км}^2$  (по данным компании сейчас – «TGS»). Ключевыми условиями проведения метода являются: наличие технических возможностей управления и контроля за работой источника сигнала, чтобы его работа выполнялась не через равные промежутки времени, а носила случайный характер (кодирование); знание точной позиции центра акустической энергии каждого источника в момент возбуждения, и, самое основное, являющееся сердцем технологии, это наличие специального программного алгоритма разделения сигналов от перекрывающихся выстрелов. Факторы, определяющие технические условия проведения таких работ, в России могут быть реализованы при использовании интегральных навигационных комплексов, размещаемых сегодня на всех научных исследовательских сейсмических судах (НИС). Но самого программного обеспечения, который бы проводил разделение смешанных сигналов гарантировано с незначительным изменением энергии сигнала и утечкой шума, что принципиально важно для 3D/4D-4C работ, не существует.

В настоящей диссертационной работе автор ставит задачи разработать алгоритм разделения наложенных сигналов (deblending) построенный на разряженной инверсии, для чего автор использует матричное представление сейсмических данных для реализации итерационного процесса. У части зарубежных авторов, процесс инверсии сочетает в себе для каждой итерации использование метода наименьших квадратов с операторами фильтрации. Автор предлагает собственный алгоритм, основанный на применении разреженной инверсии с применением метода итеративного жесткого порога (ИЖ). Преимущество предложенного алгоритма автор реализует за счет разделения исходного набора сейсмических данных на перекрывающиеся окна, что позволяет эффективно использовать метод ИЖ в 3D F-K области для решения задачи инверсии. Корректность работы алгоритма автор подтверждает на модельных и реальных сейсмических данных.

Дополнительно автором выполнен анализ результатов опытно-методических работ с перекрывающимися источниками, проведенных в 2022 году компанией ОАО «МАГЭ», сформулированы методические рекомендации по организации и проведению таких видов работ. Таким образом, автор создал не только программный алгоритм, но и обосновал базовые рекомендации для проведения работ с целью обеспечить работу алгоритма

разделения наложенных сигналов с максимальной эффективностью. Значимость этих исследований заслуживает высокой оценки.

Однако существуют и некоторые недостатки в представленном тексте исследований. Так, например, автор указывает на незначительную долю потери сигнала при применении алгоритма к модельным данным, представляя её количественную оценку  $<1\%$ . Дать такую оценку по трассам, формирующими сейсмограмму ОПП сложно, так как потеря энергии сигнала будет проявляться эпизодически в области подавления шума, и более точно такую оценку можно получить, используя предварительные суммарные разрезы. Отметим, что незначительные потери энергии сигнала и наличие остаточного шума является допустимым в таких алгоритмах. Так же автор в своих исследованиях не дает оценки работы алгоритма по разделению смешанных сейсмических записей от перекрывающихся источников сигнала для горизонтальных компонент и не дает методических рекомендаций по данному вопросу.

Автор констатирует, что у алгоритма еще существуют возможности для совершенства его работы и указывает обоснованные пути его развития.

Работа представляет собой законченное исследование, имеет высокое научное и практическое значение, отвечает требованиям ВАК России к кандидатским диссертациям, а её автор Казанин Геннадий Алексеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по искомой специальности.

Начальник сектора многоволновой сейсморазведки

Отдела морской сейсморазведки

ФГБУ «ВНИИОкеангеология»

Подпись

Станюлис Александр Леонас-Альгирдасович

ФГБУ «ВНИИОкеангеология», 190121, г. Санкт-Петербург,

набережная реки Мойки д. 124 лит. А тел: 8 (812) 244-00-00 (доб. 523)

Я, Станюлис Александр Леонас-Альгирдасович, согласен на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Станюлис А.Л-А.

«03» 12 2025 г.

Подпись заверяю:

ПЕЧАТЬ

СОБСТВЕННОРУЧНАЯ ПОДПИСЬ  
Станюлиса А.Л-А.  
по месту работы в ФГБУ "ВНИИО"  
удостоверяется Загорская  
Секретарь-референт  
• 03 декабря 2025 г. с

«03» 12 2025 г.