

**ОТЗЫВ официального оппонента**  
**на диссертацию на соискание ученой степени кандидата**  
**технических наук Казанина Геннадия Алексеевича на тему: «Разработка**  
**технологии разделения сигналов при перекрывающимся отстреле**  
**площади морских 3D-4C сейсмических наблюдений двумя источниками»**  
**по специальности 1.6.9. Геофизика**

**1. Актуальность избранной темы диссертации**

Работа посвящена одной из наиболее востребованных задач современной морской сейсморазведки - повышению производительности и качества съемок за счет применения перекрывающихся источников и последующего разделения сигналов (деблендинга).

Около 10 лет назад некоторые зарубежные компании для сокращения времени отстрела больших площадей 3D наблюдений стали использовать технологию возбуждения упругих колебаний одновременно несколькими источниками. Однако возбуждение сигнала на нескольких точках одновременно или лишь с небольшим временным сдвигом приводит к наложению сигналов от соседних точек возбуждения и делает такие записи непригодными для непосредственной обработки. Но придумали такую технологию наблюдений и специальные способы обработки, что накладываемые сигналы от соседних источников стало возможным подавлять и использовать записи как обычно для последующей обработки.

В условиях коротких арктических сезонов и дефицита флота вопрос повышения эффективности имеет первостепенное значение. С учетом перехода индустрии к крупномасштабным 3D OBN/4C программам и возрастающих требований к амплитудной достоверности (AVO/AVAz, FWI) тема диссертации, несомненно, актуальна.

## **2. Научная новизна основных результатов диссертационной работы**

В диссертационной работе получены следующие новые результаты:

- Предложен и реализован алгоритм инверсионного деблендинга на основе итеративного жесткого порога (ИТ) в локальном 3D F–K-представлении с частотно-зависимым порогом и масштабированием поправки по максимальной кратности перекрытия.
- Выполнено, по сути впервые для РФ, практическое разделение морских OBN-данных с перекрывающимися источниками (о. Сахалин) с демонстрацией устойчивости алгоритма на реальных записях.
- Обоснованы методические требования к полевым работам

## **3. Степень обоснованности научных положений, сформулированных в диссертации**

Автор корректно позиционирует работу на фоне публикаций последних полутора десятилетий: от фильтрационных подходов к инверсионным методам с разреженными представлениями и недавним ML-направлениям. Обозначен пробел отечественной практики для морской съемки с перекрывающимися источниками. Цели (разработать инверсионный алгоритм деблендинга, обосновать параметры полевых работ, провести апробацию на синтетике и реальных данных) сформулированы четко и соответствуют заявленной актуальности.

Математическая постановка через матрицу смешивания и обратную задачу соответствует современным работам. Выбор F–K в качестве разреженного преобразования подкреплен сравнительным анализом убывания коэффициентов. Приведены численные эксперименты на синтетике и реальных OBN-данных; проведен спектральный и разностный контроль.

В целом защищаемые положения и выводы выглядят достаточно обоснованными.

#### **4. Практическая значимость**

Работа содержит конкретные практические регламенты для морских съемок с перекрывающимися источниками. Разработан программный инструмент, заявлен к регистрации; результаты применимы как для OBN, так и, в части подходов, для наземных ISS-съемок.

#### **5. Структура и содержание**

Диссертация логично структурирована: обзор (гл. 1), постановка и алгоритм (гл. 2), синтетика (гл. 3), реальные ОМР (гл. 4), рекомендации и выводы. Обзор охватывает как наземные, так и морские подходы, включая в том числе и особенности морской реализации случайной задержки. Библиография объемная и современная.

#### **6. Замечания и пожелания по диссертационной работе**

1) Сравнение с альтернативами. В тексте мотивирован выбор только одного алгоритма инверсии, однако отсутствует количественное сопоставление с другими инверсными и фильтрационными методами. Добавление такого сравнения усилило бы доказательность выбора.

2) Подбор параметров в предложенном алгоритме основан на подборе, который не показан в работе. Не выполнена оценка чувствительности результатов к выбору окон.

3) Продемонстрированный в работе результат алгоритма выглядит достаточно любопытно, однако наличие в данных шума от неподавленных выстрелов смущает. С одной стороны, автор объясняет это особенностями полевых работ, которые были выполнены без соблюдения специальных требований к такой съемке. Фактически это означает, что задача не решена до конца на данный момент.

4) Хотелось бы, чтобы данные были обработаны по полному графу, проведен AVO анализ, пространственных атрибутов. Это бы усилило доказательство работоспособности алгоритма.

5) В работе многократно указывается на необходимость ведения строгого контроля качества во время полевых работ, однако не указаны конкретные мероприятия, которые должны быть выполнены при полевых работах.

6) Редакционные мелочи. Встречается смешение символики/индексов, местами непоследовательность сокращений (ОПВ/ОПП). Есть отдельные неточности в нумерации рисунков. Рекомендуется унификация записи формул и обозначений.

## **7. Заключение по диссертационной работе**

Диссертация отличается завершенностью, содержит совокупность новых научных результатов и инженерных решений, подтвержденных вычислительными экспериментами на синтетике и реальных морских данных. Поставленные цели достигнуты. Публикации по теме (4 работы в рецензируемых изданиях) соответствуют требованиям; представлено свидетельство о регистрации программы для ЭВМ.

Замечания носят развивающий характер, не снижают общей научной ценности работы, не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.6.9. Геофизика (технические науки), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова. Диссертационное исследование оформлено согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Казанин Геннадий Алексеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.9. Геофизика.

**Официальный оппонент:**

доктор геолого-минералогических наук, ученый секретарь аппарата при руководстве Общества с ограниченной ответственностью «НОВАТЭК Научно-технический центр»

**ДОЛГИХ Юрий Николаевич**

*01 декабря 2025 г.*

Контактные данные:

тел.: + , e-mail

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация: 25.00.10. Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых.

Адрес места работы: 625031, Тюменская область, город Тюмень, ул. Пожарных и спасателей, дом 7, корпус 3.

Общество с ограниченной ответственностью «НОВАТЭК Научно-технический центр».

Тел.: +7 (3452) 680-431; E-mail: [YNDolgikh@novatek.ru](mailto:YNDolgikh@novatek.ru)

Г рия Николаевича заверяю.

Р ы кадрового документооборота ОУПиООТ

— одшивалова

«01» декабря 2025 г.