

Отзыв

официального оппонента Фатьянова Алексея Геннадьевича
на диссертационную работу Гореевчева Никиты Алексеевича
*«Алгоритм коррекции сигналов площадной сейсморазведки методом
факторного разложения с введением псевдоаприорной информации»*,
представленную на соискание учёной степени кандидата физико-
математических наук по специальности 1.6.9 – Геофизика

Актуальность работы

Обработка сейсмических данных является ключевым этапом в геолого-геофизических исследованиях, от качества которого напрямую зависит достоверность интерпретации. В условиях растущих объемов получаемой информации, особенно при высокоплотных и площадных 3D съемках, традиционные итерационные алгоритмы поверхностно-согласованной коррекции зачастую не обеспечивают необходимой точности и устойчивости, в особенности для оценки длиннопериодных вариаций сигнала. Это обуславливает необходимость разработки новых, более эффективных методов математической обработки сейсмических данных. Представленная диссертационная работа посвящена решению этой важной научно-практической задачи, что делает ее безусловно актуальной.

Научная новизна и практическая значимость

Научная новизна исследования заключается в разработке принципиально нового метода поверхностно-согласованной коррекции амплитудно-фазовых характеристик сейсмических сигналов, основанного на прямом матричном решении систем линейных уравнений с введением псевдоаприорной информации. Соискателем впервые для задач площадной 3D сейсморазведки определены тип и количество неоднозначно определяемых компонент для различных факторных моделей, что позволяет гарантировать единственность и устойчивость решения. Разработан и программно реализован механизм дополнения матрицы системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ), обеспечивающий высокую точность оценки длиннопериодных вариаций.

Практическая значимость работы подтверждена созданием научно-исследовательской версии программного обеспечения на языке Python, зарегистрированной в виде свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ. Алгоритм успешно апробирован на синтетических и реальных данных, включая морские инженерные и наземные площадные сейсмические данные, и показал сопоставимые или превосходящие результаты по точности и скорости работы по сравнению с промышленным

пакетом обработки Geovation. Внедрение алгоритма позволяет повысить достоверность результатов при обработке больших объемов сейсмической информации.

Обоснованность и достоверность результатов

Обоснованность и достоверность полученных результатов не вызывают сомнений. Теоретические выводы подкреплены строгим математическим аппаратом линейной алгебры, включая использование SVD-разложения, разложения Холецкого и анализ сингулярных чисел. Численные эксперименты проведены на комплексных синтетических моделях для 2D и 3D систем наблюдений. Апробация на реальных данных, включая сравнение с промышленным программным обеспечением, демонстрирует высокую эффективность и надежность разработанного алгоритма.

Личный вклад автора

В работе подробно описан личный вклад автора. Автором самостоятельно разработаны ключевые положения алгоритма, выполнено его программное воплощение, проведены численные эксперименты и апробация на реальных материалах. Результаты исследований отражены в публикациях по теме диссертации.

Структура и объем работы

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы. Общий объем работы составляет 125 страниц и включает 65 рисунков. Список используемой литературы включает 95 источников. Структура работы логична, все разделы взаимосвязаны и направлены на последовательное раскрытие цели исследования.

Замечания к работе

По работе имеются замечания:

1. В работе на странице 36 приведены сингулярные числа рассмотренной прямоугольной матрицы: $\{2.45; 2.73; 2.73; 2.73; 2.73; 2.53e-16\}$. Автор делает вывод, что они все отличны от нуля, и на этом основании анализирует свойства решения. Однако, как показали проведенные оппонентом исследования, одно из сингулярных чисел в точности равно нулю, что кардинально меняет структуру решения СЛАУ – ранг матрицы оказывается меньше количества неизвестных, и решение может быть неединственным. Это требует более внимательного анализа свойств матриц на всех этапах исследования.
2. Важной составляющей диссертации является использование прямого метода Холецкого для решения СЛАУ. Автор справедливо отмечает,

что для его применения требуется невырожденность матрицы. Однако в работе отсутствует строгое теоретическое или численное обоснование невырожденности матриц, возникающих в прикладных задачах. Следовало бы представить результаты численной оценки определителей соответствующих миноров или, как минимум, более детально обосновать корректность применения метода через сравнение с итерационными методами. Отметим, при этом, что в современных программах автоматически осуществляется контроль переполнения (выход за границы числового диапазона) при работе с вырожденными матрицами.

3. Автор в диссертации отмечает, что ряд современных работ использует матричный метод с регуляризацией, и справедливо указывает, что это улучшает свойства системы, но не дает представления о неединственно определяемых составляющих. В этой связи, для более полного сравнительного анализа, следовало бы адаптировать разработанный алгоритм и провести сравнение полученного решения с методом регуляризации Тихонова, для которого существует открытый софт (например, в Московском государственном университете), что позволило бы более рельефно показать преимущества предложенного подхода.
4. В работе присутствуют редакционные недочеты. На рисунке 55 не обозначены варианты А и Б, что затрудняет его восприятие и требует исправления.

Заключение

Высказанные замечания не снижают общего высокого уровня диссертационной работы. Представленное исследование является завершенной научно-квалификационной работой, в которой решена значимая задача, имеющая теоретическую и практическую ценность для современной сейсморазведки. Текст автореферата соответствует содержанию рукописи диссертации и отвечает требованиям ВАК.

Считаю, что диссертационная работа Горевячева Никиты Алексеевича «Алгоритм коррекции сигналов площадной сейсморазведки методом факторного разложения с введением псевдоаприорной информации» соответствует критериям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а также требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.6.9 – Геофизика.

Я, Фатьянов Алексей Геннадьевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, их дальнейшую обработку и передачу в соответствии с требованиями Минобрнауки России.

Официальный оппонент:

Фатьянов Алексей Геннадьевич,

доктор физико-математических наук по специальности 05.13.18 (1.2.2) - Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, кандидат физико-математических наук по специальности 01.04.12 (1.6.9) – Геофизика, главный научный сотрудник лаборатории геофизической информатики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт вычислительной математики и математической геофизики Сибирского отделения Российской академии наук (ИВМиМГ СО РАН).

Адрес места работы: 630090, г. Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева 6

м.т.: +7 9069096821

e-mail: fat@nmsf.sccc.ru

31 октября 2025 г.

fat

/Фатьянов А.Г./

*подпись А.Г. Фатьянова заверено
членом секретариата ИВМиМГ СО РАН*

*В.В. Вильямс
Л.В.*

