

ОТЗЫВ
официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени кандидата
технических наук Королева Дмитрия Александровича на тему:
«Параметрические методы определения и компенсации искажений
сейсмических данных»
по специальности 1.6.9. Геофизика (технические науки)

Диссертационная работа Королева Д.А. посвящена проблеме анализа и учета изменений формы сейсмических сигналов в областях их возбуждения и приема. Изучение проблемы осуществляется уже длительное время. Одной из фундаментальных работ, посвященных теоретическим основам динамических измерений в сейсморазведке, где указывалось на важность учета указанных изменений, была статья Гурвича И.И., опубликованная в 1970 году. Она инициировала исследования по коррекции амплитуд (Гурвич И.И. и Чыонг Минь, 1971) и восстановлению формы сигналов при наличии поверхностных неоднородностей (Гольдин С.В. и Митрофанов Г.М., 1973). В результате был выполнен анализ влияния поверхностных неоднородностей на спектр сейсмического сигнала (Митрофанов Г.М., 1975) и предложен метод учета поверхностных неоднородностей в форме сигнала (Гольдин С.В. и Митрофанов Г.М., 1975). Исследования позволили лучше понять сложности проблемы, которые по уровню могут быть соотнесены с решениями обратных задач.

За прошедшие пятьдесят лет выполнены многочисленные исследования различных задач, связанных с рассматриваемой проблемой, но до настоящего времени нельзя утверждать, что ее удалось полностью устранить. Остается еще много теоретических, алгоритмических и технологических аспектов. Поэтому **актуальность избранной темы** не вызывает сомнения.

Существенным моментом работы Королева Д.А. является развитие новых параметрических методов анализа сейсмических сигналов. Им предложен метод определения искажений сейсмического сигнала на основе применения полосовых параметрических фильтров с одним неизвестным параметром Q , характеризующим наклон логарифмического спектра. Метод обладает простотой и устойчивостью, что позволяет построить эффективные компенсирующие фильтры для коррекции сигналов при обработке реальных сейсмических данных. Основу ещё одного метода составляет разложение разностного фазового спектра в ряд по частоте до второй степени включительно, где каждому из коэффициентов разложения придается определенный смысл. Автором проанализированы вопросы однозначности и точности работы соответствующих фильтров, а также вводится понятие эквивалентных операторов. Выполненные исследования обеспечивают эффективное применение разрабатываемых фильтров на практике.

Предлагаемые методы **обосновывают положения, выносимые на защиту**, и содержат **научную новизну**. Они содержат в себе технологическую новизну в решении проблемы анализа и учета изменений формы сейсмических сигналов, что представляет собой важное **научно-технологическое значение и практическую ценность**. Это подтверждено большим числом результатов применения разработанных методов анализа и восстановления сигналов в практических производственных проектах. Приводимые в диссертации результаты модельных экспериментов и обработки реальных данных в областях скважин свидетельствуют об их высокой **достоверности**.

Основываясь на изучении текста диссертации и работ соискателя, могут быть сформулированы следующие **рекомендации по использованию представленных научных и технологических решений**. Разработанные автором методы и методики рекомендуется применять как в производственной деятельности сервисных компаний, так и при реализации

инженерных и научно-технических услуг научно-исследовательскими, сервисными и проектными организациями, работающими в области повышения эффективности анализа и корректировки сигналов. Кроме того, результаты исследований могут быть использованы организациями, разрабатывающими программное обеспечение для мониторинга различных событий, определяемых по сигнальным составляющим, обладающих характерной формой. Перспективным также представляется применение параметрических методов при разработке систем анализа и учета искажений сигналов, обладающих пространственной структурой.

Все результаты диссертации описаны в 6 статьях в рецензируемых научных журналах, пять из которых рекомендованы для защиты в МГУ. Этого количества публикаций вполне достаточно для полноценной защиты.

Материалы диссертационной работы изложены на 106 страницах машинописного текста. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы, содержащего 99 наименований. В работе представлены 55 рисунков.

Введение содержит важную информацию о выполненных исследованиях, включающую: актуальность темы, цели и задачи исследования, используемую методологию и методы. Здесь же указывается научная новизна, формулируются защищаемые положения, приводятся теоретическая и практическая значимость работы, степень достоверности и апробация результатов, а также личный вклад автора. В целом все пункты сформулированы корректно.

В первой главе дается обзор выполненных исследований в области параметрических и спектральных методов анализа волновых сейсмических полей. Сделаны выводы о высоком уровне проработки этого направления и определяется практическая цель диссертационной работы, направленная на решение задачи сравнения получаемых волновых полей и поиска

параметрического описания искажений, возникающих в силу значительных неоднородностей в условиях возбуждения и приема сейсмических колебаний. Вопросы, рассматриваемые в главе, проработаны достаточно хорошо, но имеется небольшое замечание, относящееся к истории формирования моделей вариаций формы сейсмического сигнала, которое формулируется ниже.

Во второй главе излагаются основы разработанных методов параметрической фильтрации. Здесь на модельных примерах анализируются вопросы неоднозначности определения корректирующих фильтров, которая связана с возможностью построения нескольких эквивалентных наборов параметров фазового спектра для корректирующего фильтра. При этом указывается, что возникающая неоднозначность обуславливается помехами и сложностью формы сигнала. По тексту главы имеются замечания, относящиеся к оформлению математических выражений, на что будет указано ниже.

Третья и четвертая главы посвящены разработке методических аспектов построения оптимальных корректирующих фильтров и их применению при обработке реальных данных. На уровне оптимизации фильтров показано, что в качестве меры сходства трасс могут быть применены нормированный коэффициент корреляции, а также величина NRMS, являющаяся отношением энергии разностного поля к полусумме энергий двух сигналов. Эксперименты с модельными и реальными данными подтверждают правильность выбора указанных характеристик. Выполненные исследования обладают новизной и высокой практической направленностью. Они не вызывают сомнений в перспективности предлагаемого подхода.

В целом диссертация написана понятным языком, а излагаемый в ней материал представлен структурировано, логично и последовательно. Основные результаты детально освещены и хорошо иллюстрированы. Рисунки выполнены на достаточно высоком уровне качества. Диссертация

является завершенной научной работой, по своему содержанию и оформлению соответствует требованиям ВАК. Автореферат корректно отражает основные результаты, представленные в диссертации.

По тексту диссертации имеются следующие **замечания**:

1. При анализе степени разработанности темы недостаточно освещена история появления и развития спектральных методов декомпозиции динамических вариаций сигналов с учетом приоритетных работ советских исследователей.
2. При работе с фазовыми спектрами реальных трасс не рассмотрены вопросы, связанные со значительными ошибками в определении времен прихода анализируемых сигналов, а также с появлением разрывов фазового спектра у интерференционных сигналов.
3. В тексте диссертации имеются небрежности, относящиеся к математическим выражениям. Так, на странице 13 во фразе: «Через вектор *обозначены* параметры модели...» нет указания соответствующего вектора. В некоторых случаях номера выражений не соответствуют номерам, которые используются в тексте (страницы 22 и 47).

Вместе с тем, указанные замечания 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, а также оформлена, 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 Королев Дмитрий Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.9. Геофизика (технические науки).

Официальный оппонент:

доктор физико-математических наук, доцент, главный научный сотрудник лаборатории динамических проблем сейсмики Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт нефтегазовой геологии и геофизики имени А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук»

МИТРОФАНОВ Георгий Михайлович

31.03.2025 г.

Контактные данные:

тел.: +

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

Адрес места работы: 630090, г. Новосибирск, проспект Академика Коптюга, 3.

Тел.: +7 (383) 330-28-07; E-mail: ipgg@ipgg.sbras.ru

Подпись сотрудника Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт нефтегазовой геологии и геофизики имени А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук»

Г.М.Митрофанова удостоверяю:

31.03.2025