

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата технических наук Колигаева Сергея Олеговича на тему
«Разработка программно-алгоритмического обеспечения пространственно-
временной обработки сейсмоакустической информации для морских
геофизических комплексов на базе стационарных приемных и
синтезируемых излучающих антенных решеток»
по специальности 1.6.9 – Геофизика (технические науки)

Значительная часть ресурсов углеводородного сырья Российской Федерации сосредоточена на шельфе арктических морей, где традиционные модификации сейсмической разведки, являющейся главным геофизическим методом поисков и разведки месторождений нефти и газа, применять весьма сложно, а местами невозможно. Необходима разработка новых или существенная модернизация существующих методов изучения структурного и вещественного строения геологической среды. Одним из путей решения этой задачи является использование стационарных приемных систем, размещенных на дне акваторий, и излучающих систем, способных работать в толще водного слоя под ледяным покровом. Диссертационная работа О.С. Колигаева направлена на исследование и решение ряда научных и прикладных задач обработки и интерпретации сейсмических материалов, зарегистрированных с использованием пространственных приемных и излучающих систем. Полученные в процессе исследований результаты могут быть непосредственно использованы при проектировании и реализации ряда практических технологий разведки и разработки месторождений нефти и газа на арктических шельфах. Этим и определяется высокая актуальность выполненных исследований.

В качестве базовых модификаций пространственных сейсмических исследований, на которые рассчитаны разрабатываемые автором технологии донных пространственных наблюдений на акваториях, выбраны Метод

сейсмической локации очагов эмиссии (СЛОЭ) и Метод сейсмической локации бокового обзора (СЛБО), разработанные под руководством О.Л. Кузнецова и активно применяемые при сейсмических работах на суше. Одной из основных задач реализации этих технологий в морских условиях является обоснование размеров и конфигураций приемных и излучающих антенн, обеспечивающих точность и детальность изучения геологической среды. Задача решается в первом разделе работы на базе математического моделирования пространственных сейсмоакустических полей с использованием пространственных донных приемных антенн и излучающих гидроакустических антенн с синтезируемой апертурой. Показано, что для практических целей наиболее удобной и обеспечивающей достаточную концентрацию принимаемых сигналов является конфигурация приемной антенны типа "звезда".

В морских условиях особую сложность представляет определение истинных координат пунктов приема и излучения в водной среде. Автором предложена интересная поэтапная оценка пространственных координат элементов системы, заключающаяся в определении одной опорной точки приемной системы дальномерным методом с опорой на фиксированные точки на поверхности акватории, и в определении координат всех остальных точек приемной системы разностно-дальномерным способом с применением функции взаимной корреляции для определения временных сдвигов принимаемых гидроакустических сигналов. Далее координатно определенная приемная система с точной синхронизацией по времени, с опорой на прямой гидроакустический сигнал позволяет рассчитать координаты излучающей системы в режиме динамического позиционирования в процессе наблюдений. Автором выбраны наиболее эффективные способы решения систем нелинейных уравнений, возникающих в задаче позиционирования, оценена точность определения координат, достаточная для решения практических задач. Обоснована целесообразность отказа от расчета вертикальных координат излучающего источника при стандартных плоских

приемных системах и независимого определения вертикальных координат источника на основе применения высокоточных эхолотов. Рассмотрены особенности решения задач позиционирования в условиях мелководных акваторий, где значительную роль играет дисперсия скорости в водном слое на низких частотах. Материалы и доказательства, изложенные в настоящем разделе, являются достаточным основанием для первого и второго защищаемых положений диссертационной работы.

Важной частью исследований автора явилось создание программного комплекса, реализующего практически все задачи позиционирования пространственных геофизических наблюдений в водной среде и выделению различных классов волновых пакетов, приходящих из толщи пород под дном акватории и позволяющих решать конкретные геологические задачи на изучаемой территории. В комплексе реализованы все алгоритмы позволяющие выполнить обработку данных, получаемых в процессе применения многих модификации геофизических наблюдений и в частности при наблюдениях методами "СЛОЭ" и "СЛБО". Понятно, что на настоящем этапе комплекс программ носит научно - исследовательский характер. Однако после соответствующей доработки он может быть преобразован в промышленную систему, обеспечивающую импортозамещение программных средств, применяемых в настоящее время при обработке геофизических данных донных стационарных систем контроля разработки нефтяных месторождений на акваториях нашей страны и за рубежом. Содержание этого раздела диссертационной работы является убедительным обоснованием третьего защищаемого положения.

Результаты экспериментального опробования разработанных автором алгоритмов и программных средств обработки сейсмоакустических данных представлены в завершающем разделе диссертационной работы. На первом этапе на экспериментальной площадке была проведена оценка точности определения координат точек приемной системы. Показано, что в условиях мелководной среды учет дисперсии фазовой скорости на низких частотах

обеспечивает заметно лучшую концентрацию принимаемых сигналов и соответственно точность определения координат.

При оценке точности методов определения координат источника излучения автором применено несколько алгоритмов расчета и показано, что метод наименьших квадратов обеспечивает наиболее высокую точность. Несколько выходя за тему диссертационной работы, автор показывает, что разработанные им алгоритмы оценки положения источника возбуждения могут быть успешно применены в охранных системах, где источником является шум, возбужденный передвижением по местности или на акватории.

Эффективность применения разработанных средств при решении геофизических задач продемонстрирована на двух примерах. Первый пример - определение на поверхности земли размеров и конфигурации зон трещиноватости, созданных в толще горных пород в результате современных модификаций гидроразрыва продуктивных пластов. Приведенные в работе иллюстрации убедительно показывают, что рассмотренные в предыдущих разделах работы подходы к определению оптимальной конфигурации приемной антенны позволяют получить достоверную информацию об искомых параметрах зон вызванной трещиноватости тем самым решить важную для нефтяной промышленности техническую задачу. Второй да пример демонстрирует применение разработанных автором алгоритмов и программных средств для обработки пространственных сейсмических данных по методике СЛБО. Судя по приведенным в работе результативным материалам зарегистрированное волновое поле удалось разделить на поля регулярных отраженных волн и рассеянной компоненты, расширив диапазон используемых при интерпретаций характеристик изучаемой среды.

Рассмотрим замечания к представленной диссертационной работе.

1. На рисунке 1.2 "Сечения диаграмм направленности планарных антенн" для каждого варианта апертур антенн приведены графики, названные

"уровни", но остается непонятным какие параметры характеризуют вертикальную и горизонтальную оси приведенных графиков, что существенно затрудняет понимание приведенных там данных. Аналогичное замечание по явно недостаточному описанию параметров на осях координат следует отнести к рис. 2.1 и рис. 4.1. Нельзя признать удовлетворительным описание рис. 2.3.

2. При определении точности оценки относительных координат приемной системы с применением разностного корреляционного метода автор исходит из величины точности измерения относительного времени 10 - 4 с. Из текста работы неясно при каких частотах регистрируемого сигнала и при каком шаге квантования можно опираться на такую оценку. Доказательных материалов в работе не приведено.

3. В диссертационной работе подробно описано и хорошо проиллюстрировано повышение точности оценки координат приемной и излучающей пространственных систем при учете дисперсии фазовой скорости в зависимости от частоты регистрируемого сигнала, но осталось непонятным истолкование картины, представленной на рисунке 4.16, где в результате учета свойств среды распространения сигнала вся приемная антенна сместилась более чем на 200 м при очень высокой точности относительного определения координат отдельных элементов приемной системы.

Изложенные выше замечания касаются частных вопросов и не снижают общий весьма высокой оценки научного и прикладного значения выполненных автором исследований и полученных результатов.

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 Колигаев Сергей Олегович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.9 – Геофизика (технические науки).

Официальный оппонент:

доктор технических наук,

Советник генерального директора Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт»

ГОГОНЕНКОВ Георгий Николаевич

09.10.2023

Контактные данные:

тел.: +7(985)2332846, e-mail: gogonenkov.g@yandex.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация: 04.00.12 Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых.

Адрес места работы:

105118, г. Москва, ш. Энтузиастов, 36. ФГБУ «ВНИГНИ»

Тел.: 7(495) 673-17-03; e-mail: info@vnigni.ru