

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)

Современный этап развития Российского топливно-энергетического комплекса связан с активным освоением природных ресурсов арктического шельфа. Одной из серьезных причин, затрудняющих этот процесс, является удаленность лицензионных участков от портов и сложные природно-климатические условия. Эти обстоятельства обуславливают, в первую очередь, сезонность и короткие сроки проводимых геофизических работ.

Сейсмический метод был и остается основным методом исследования в морской геофизике. Он обеспечивает возможность поиска и разведки месторождений углеводородов, а также дальнейший мониторинг, включая контроль за разработкой залежи. Основным способом наблюдений, реализующим этот метод, являются наблюдения с приемно-излучающей линейной или площадной системой, буксируемой в приповерхностном слое на глубине соответствующей четверти длины волны, что часто невыполнимо при высоте волны более двух метров.

Повышения эффективности сейсмических работ можно добиться заглублиением сейсмокося и излучателя, а сейсмоакустические системы со стационарной донной приемной частью, обеспечивающей возможность когерентной обработки информации, еще более расширяют возможности геофизических исследований на шельфе. Поэтому поставленная в диссертационной работе цель реализации в морских условиях сейсмолокационных геофизических методов, основанных на

пространственной фильтрации сейсмических полей с использованием фазируемых антенных решеток, является весьма актуальной.

В первой главе диссертационной работы рассмотрены особенности реализации локационного способа исследования дна. Показано, что одной из самых сложных проблем, возникающих при решении данных задач, является оценка координат элементов приемной системы в обеспечение возможности ее использования в качестве фазируемой антенной решетки и координат источника излучения в процессе синтезирования апертуры.

Во второй главе работы детально рассмотрены методы и алгоритмы оценки этих координат, показана целесообразность использования различных методов при решении той или иной задачи, обоснованы факторы, влияющие на точность.

Показана необходимость оптимизации расположения реперных точек излучения (приема) и целесообразность использования меры обусловленности в качестве параметра оптимизации при формировании системы навигационных уравнений в задачах позиционирования элементов приемной антенны и излучателя в процессе синтезирования апертуры, а также необходимость учета дисперсионного характера распространения низкочастотного гидроакустического сигнала в мелководной зоне.

В третьей главе представлено описание разработанного программного обеспечения реализующего алгоритмы обработки информации необходимые для создания и функционирования морского сейсмолокатора.

Примеры экспериментальной отработки алгоритмов и программ приведены в четвертой главе.

Результатами натурных экспериментальных исследований непосредственно в Баренцевом море показана принципиальная возможность путем согласованной со средой обработки информации достижения такой точности позиционирования элементов пространственно-развитой донной стационарной антенны, при которой коэффициент усиления практически достигает максимума. Показана высокая эффективность использования

двуслойной модели Пекериса в качестве передаточной характеристики среды распространения.

Следует отметить, что полученные параметры дна в модели Пекериса, обеспечивающие соответствие дисперсионных характеристик групповых и фазовых скоростей модельных и реальных нормальных волн в широком диапазоне частот и на больших пространственных интервалах, вполне согласуются с результатами непосредственных акустических измерений параметров дна, полученных нами в том же районе Баренцева моря.

Одновременно следует отметить и эффективность применения модели Пекериса для согласованной обработки информации при работе с поверхностной волной.

Таким образом, можно считать доказанным защищаемое положение о том, что технология позиционирования элементов стационарной донной пространственно-развитой приемной системы, включающая оценку и использование передаточной характеристики среды распространения гидроакустического сигнала, обеспечивает требуемую точность оценки координат.

Результаты натурных экспериментальных исследований по позиционированию пневматического источника излучения на акватории Иваньковского водохранилища подтверждают результаты математического моделирования.

Потому защищаемое положение о том, что технология динамического позиционирования источника излучения в процессе синтезирования излучающей апертуры с использованием приемных элементов собственной приемной системы по критерию максимального уровня корреляции прямого гидроакустического зондирующего сигнала и минимального значения меры обусловленности навигационной матрицы, может обеспечить требуемую точность оценки координат можно считать доказанным.

Существенная часть четвертой главы посвящена результатам обработки функциональной части защищаемого программного пакета «ПОСиГС» непосредственно при решении конкретных геофизических задач.

Представлены результаты обработки сейсмоакустической информации в режимах как пассивной, так и активной сейсмолокации. Обработаны большие массивы реальных сейсмических данных, полученных от пространственно-распределенных приемных систем километровых масштабов. Анализ полученных результатов пассивной сейсмолокации очагов эмиссии, включая локацию мест перфорации скважин в процессе гидроразрыва пласта, а также активной сейсмолокации с использованием синтезированной излучающей апертуры, дают основания для вывода о принципиальной возможности использования программного пакета «ПОСиГС» для решения конкретных геофизических задач.

Таким образом, можно считать подтвержденным защищаемое положение о том, что пакет программ обработки сейсмических и гидроакустических сигналов («ПОСиГС»), обеспечивает сквозную технологию морской сейсморазведки, основанной на пространственной фильтрации первичных и вторичных сейсмических полей морскими геофизическими комплексами на базе пространственно-развитых стационарных приемных и синтезируемых излучающих антенн.

Следует, однако, отметить и некоторые замечания к диссертационной работе.

1. Общее замечания - отсутствие списка условных обозначений и терминов. Например, нет определения «нормальной волны». Из формул становится понятно, что речь идет о «нормальных модах», но это следовало бы сформулировать. Также, как привести определение «пространственно-разветвленной линейной антенной решетки», «вертикального» и «горизонтального» волнового числа, низкочастотного сейсмоакустического сигнала и т.д. На многих рисунках нет обозначения осей и масштабной сетки (например 2.1, 4.1-4.3)

2. Автор защищает положение о том, что в процессе создания активного сейсмолокатора возможно и целесообразно использование элементов собственной стационарной пространственно-развитой приемной антенны для позиционирования излучателя в процессе синтезирования излучающей апертуры. Понятно, что экономически это логично, но, тем не менее, следовало привести примеры альтернативных стандартных решений, показав их достоинства и недостатки.

3. Основной задачей диссертационного исследования является обеспечение возможности реализации в морских условиях локационных методов сейсмических исследований. При этом комплексно решается задача обеспечения максимально высокой точности оценки координат элементов, как стационарной приемной, так и синтезируемой излучающих антенн. Но сами требования к этой точности и оценки в различных сейсмогеологических условиях не приведены.

4. Недостаточно полно раскрыты возможности программного пакета «ПОСиГС» по решению задач пространственной фильтрации (фокусировки) в условиях существенной изменчивости скоростного разреза. Из работы не очень понятно, в каких программных пакетах обрабатывались данные в рамках методов СЛОЭ и СЛБО до появления программы «ПОСиГС», и какие на сегодняшний день существуют аналоги. Было бы важно увидеть сравнительный анализ результатов обработки данных в ПО «ПОСиГС» и в стороннем программном обеспечении.

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), удовлетворяет критериям, определенным

