

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени кандидата
технических наук Ван Жуйчжэ на тему: «Повышение эффективности
вибрационной сейсморазведки на основе оптимизации управляющих
сви́п-сигналов» по специальности 1.6.9. Геофизика

Повышение разрешающей способности сейсмических данных – фундаментальная задача сейсморазведки, актуальность которой определяется современными задачами, стоящими перед отраслью. Это и повышение требований к разрешённости сейсмических разрезов при исследовании сложных неструктурных ловушек углеводородов и задачи инженерной сейсмологии, возникающие при проведении изыскательских работ и при освоении месторождений.

Добиться повышения разрешающей способности можно, до определённой степени, совершенствуя методы обработки сейсмических данных, однако предел разрешающей способности в любом случае определяется шириной спектра и отношением сигнал-шум в первичном полевом материале. Одним из относительно новых подходов к соответствующему повышению качества полевого материала является использование нестандартных методов генерации сигнала, включая использование псевдослучайных сви́п-сигналов. До настоящего времени такие исследования носят фрагментарный и, преимущественно, теоретический характер. Поэтому полноценное теоретическое и экспериментальное исследование в данной области является **весьма актуальным**.

Новизна диссертационного исследования определяется, во-первых, новыми оригинальными авторскими разработками псевдослучайных последовательностей, а во-вторых – оригинальным полевым экспериментом по тестированию различных псевдослучайных и стандартных сви́п-сигналов.

Достоверность и обоснованность защищаемых положений и выводов диссертационного исследования непосредственно подтверждается как результатами численного моделирования, так и результатами вышеуказанного эксперимента.

Глава 1 носит обзорный характер и посвящена истории и современному состоянию вибрационной сейсморазведки. Последовательно описываются теоретические основы, модельные предпосылки и техника полевых работ. Обзор представляется весьма полным, читается с интересом и представляет самостоятельную ценность.

Результаты, представленные в Главе 2, в целом подтверждают известные преимущества и недостатки различных типов сейсмических источников. Ожидаемо оказывается, что широкополосный свип-сигнал даёт качественно лучшие результаты при прослеживании глубинных горизонтов, одновременно практически не уступая в разрешающей способности в верхней части разреза. Интересно, что наилучшее соотношение сигнал-шум на исследованном участке было достигнуто при использовании линейного свип-сигнала. Это, впрочем, может определяться просто различным уровнем шума в различные периоды проведения работ.

Центральной является Глава 3, в которой рассмотрены различные методы генерации псевдослучайных свип-сигналов. Исследования, описанные в данной главе, обладают значительной научной новизной. Автором были усовершенствованы известные методы генерации псевдослучайных последовательностей и предложены оригинальные подходы.

Перспективы применения предложенных псевдослучайных свип-сигналов исследованы при помощи численного моделирования на одномерной и двумерной моделях. Показано, что предложенные автором псевдослучайные последовательности имеют преимущество как с точки зрения повышения разрешающей способности, так и с точки зрения повышения производительности.

Однако теоретическое моделирование зачастую наталкивается на значительные проблемы при практической реализации технологии в полевых условиях. Поэтому не меньшее значение имеет Глава 4 в которой описаны результаты тестирования предложенных сигналов на практике. Сейсмические разрезы, построенные с использованием оригинального свип-сигнала “Sinehalf” демонстрируют существенное повышение разрешающей способности и снижение уровня шума по сравнению с аналогами, построенными с использованием линейного свип-сигнала. Результат достигается как при использовании вертикального вибратора, генерирующего,

преимущественно, продольную волну, так и с использованием горизонтального вибратора, генерирующего, преимущественно, поперечную волну.

В целом, результаты проведённого диссертационного исследования демонстрируют значительные перспективы использования псевдослучайных свип-сигналов в практике как нефтегазовой, так и инженерной сейсморазведки. Поэтому результаты работы вносят существенный вклад в развитие сейсморазведочной отрасли.

Вместе с тем, к работе имеется ряд замечаний:

1. Не описан способ численного моделирования при построении двумерной модели в Главе 2. Можно предполагать, что, как и в случае одномерной модели, была использована свёрточная модель. Более обоснованные результаты можно было бы получить, если бы для моделирования использовался полноволновой подход.

2. Никак не затрагивается вопрос о формировании импульса в дальней зоне при использовании псевдослучайных последовательностей. Как широко известно, волновое поле формируется в результате колебания не одной лишь плиты вибратора, но присоединённой массы грунта, обладающей значительной инерцией. При использовании стандартных свип-сигналов частота и фаза сигнала меняются плавно и ускорения плиты относительно невелики, поэтому искажения формы сигнала за счёт присоединённой массы минимизируются. При использовании псевдослучайных последовательностей практически неизбежны значительные ускорения плиты вибратора, связанные с быстрой сменой фазы сигнала. Поэтому следует ожидать, что колебания присоединённой массы будут искажены относительно модельного сигнала, генерируемого плитой. Этот вопрос заслуживает отдельного исследования.

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. 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 Ван Жуйчжэ заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.9. Геофизика.

Официальный оппонент:

доктор физико-математических наук, академик РАН, директор Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта Российской академии наук

ТИХОЦКИЙ Сергей Андреевич

08.10.2025 г.

Контактные данные:

тел.: + _____ }, e-mail: sat@ifz.ru

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

Адрес места работы: 123242 г. Москва, ул. Большая Грузинская, дом 10, стр. 1.

Тел.: +7 (499) 766-26-56; E-mail: sat@ifz.ru

Подпись сотрудника _____

ИФЗ РАН удостоверяю:

руководитель/кадровый работник _____