

## О Т З Ы В

официального оппонента на диссертацию Гафарова Радия Марсовича на тему «**Методы повышения качества и достоверности полевых сейсморазведочных работ**» по специальности 1.6.9 – Геофизика на соискание ученой степени кандидата технических наук

### Структура и объем диссертации

Работа состоит из введения, пяти глав и заключения. Общий объем работы составляет 161 страницу, включая 71 рисунок, 4 таблицы, список литературы из 121 наименования и 3 приложения.

### Актуальность исследований

Актуальность выбранной соискателем темы сомнений не вызывает, поскольку сейсморазведочные работы играют важную роль при решении вопросов поиска и разведки нефтегазовых структур и последующей разработки месторождений. Повышение качества получаемого сейсморазведочного материала позволит корректнее решать поставленные задачи, а рост экономической эффективности необходим для уменьшения затрат при проведении работ и, следовательно, для увеличения итоговой прибыли.

Соискатель поставил себе целью повышение качества сейсмических данных и экономической эффективности производства полевых сейсморазведочных работ на основе усовершенствования их технологии, методики контроля качества и двойного уровня мониторинга выполнения работ.

Научные исследования, проводимые автором в рамках диссертации, представляют особую важность, а именно: анализ современного состояния технологии и контроля качества полевых данных; разработка метода изучения зоны малых скоростей (ЗМС) на основе комплексирования прямого микросейсмокаротажа (МСК) в шнековой колонне и метода преломлённых волн (МПВ) для повышения точности определения параметров зоны; исследование возможности применения новых технических решений для повышения качества и производительности сейсморазведочных работ в российских условиях; разработка отечественной методики подавления помех и повышения качества вибрационных работ по высокопроизводительной методике *Slip Sweep* на основе следящей фильтрации виброграмм; разработка системы контроля качества и мониторинга полевых сейсморазведочных работ, обеспечивающей сбор, хранение и анализ полной информации о производстве работ, двойной уровень непрерывного контроля работ и использование полученной информации при планировании будущих работ, являются своевременными и актуальными.

## **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Обоснованная автором работы актуальность темы определила цель исследования и задачи теоретического, аналитического, методологического, практического и экспериментального характера, которые были успешно решены соискателем, а основные результаты исследований отражены в выводах и рекомендациях.

Степень обоснованности научных положений определяется как высокая, соответствующая научному уровню кандидатской диссертации и подтверждается большим объемом используемого фактического материала, анализом данных и публикациями в авторитетных изданиях.

Сделанные автором работы выводы являются аргументированными, подробно описаны исследования и представлены результаты.

## **Достоверность и научная новизна выводов**

Достоверность научных положений и выводов подтверждается согласованностью результатов исследований соискателя с теоретическими положениями.

Научная новизна, определяющая научную и практическую значимость диссертации, заключается в следующем.

1. Впервые в практике сейсморазведки для повышения точности определения параметров зоны малых скоростей предложен метод, основанный на комплексировании прямого МСК в шнековой колонне и МПВ.

2. Впервые разработан метод удаления корреляционных помех от одновременной работы нескольких групп вибраторов, основанный на фильтрации виброграмм с изменяющимися во времени граничными частотами (следающей фильтрации).

3. Разработана Система контроля качества и мониторинга полевых сейсморазведочных работ, включающая базу оперативно пополняемых данных о всех параметрах полевых работ и систему прикладных программ, автоматизирующих процесс систематизации информации и позволяющих оперативно извлекать огромный объем информации в удобном для анализа виде, обеспечивающая двойной уровень контроля (в полевой партии и в головном офисе).

**Таким образом, новизна выводов** заключается в обосновании проведения работ по изучению ЗМС с помощью метода, основанного на комплексировании прямого МСК в шнековой колонне и МПВ; разработке метода подавления корреляционных помех от одновременной работы нескольких групп вибраторов с помощью следающей фильтрации до

формирования коррелограмм; разработке Системы контроля качества и мониторинга полевых сейсморазведочных работ, обеспечивающей двойной уровень контроля.

**Первое научное положение.** *Метод изучения зоны малых скоростей на основе комплексирования прямого микросейсмического каротажа в шнековой колонне и метода преломленных волн позволяет повысить точность определения параметров зоны за счет плотного прижатия зонда с сейсмоприемником к стенке буровой колонны и использования двух дополнительных критериев: минимального времени вступлений и смены фазы первой волны на подошве зоны малых скоростей, сокращает время работ на скважине, затраты на проведение работ и обеспечивает безопасность работ.*

В процессе подготовки диссертации автором проведен анализ влияния верхней части разреза на качество сейсмических данных, рассмотрены существующие полевые методы изучения зоны малых скоростей. Автор предлагает комплексное использование прямого МСК и МПВ, чтобы повысить точность и эффективность определения ЗМС, опираясь на положительные стороны обоих методов. Подробно приводится описание принципа работы, предоставляются результаты работ.

Аргументированно выделены основные преимущества предложенного метода, заключающиеся в повышении точности и достоверности измерений за счет размещения скважинного прижимного зонда с сейсмоприемником в полости буровой колонны, а также в исключении ошибки глубин установки зонда за счет перемещения зонда вверх при натянутом кабеле. Отмечен и обоснован факт повышения точности определения глубины подошвы ЗМС за счет скачка скорости и смены полярности первого вступления при одновременном использовании прямого МСК и МПВ.

Отдельно уделяется внимание экологичности и безопасности работ при использовании невзрывных источников возбуждения, а также сокращению времени проведения работ по сравнению с обращенным МСК. **Первое положение доказано.**

**Второе научное положение.** *Метод удаления гармонических помех на основе следящей фильтрации позволяет эффективно проводить очистку виброграмм от помех соседних пунктов возбуждения как раннего, так и позднего включения, дополнительно подавляет микросейсмы и промышленные шумы, выходящие за границы частотного диапазона фильтра, сокращает время обработки и успешно заменяет импортную технологию.*

Особое место в своих исследованиях автор уделяет высокопроизводительной методике работ с вибрационными источниками, получившей название *Slip Sweep*. Подробно описаны особенности вибрационного метода. Существенным недостатком методики *Slip Sweep* является тот факт, что излучаемые импульсы соседних групп перекрываются во

времени и, тем самым, создают большие помехи друг другу, причём эти помехи сопоставимы по амплитуде с излучаемым сигналом. Автор даёт оценку существующих способов решения проблемы наложения свип-сигналов, описывает их позитивные и негативные стороны.

Выдвигается предположение, что удаление гармонических помех от наложения свип-сигналов целесообразно производить не по коррелограмме, как это выполняется в известных методах, а еще до свёртки – на стадии получения виброграмм. Предлагается упрощенный метод, основанный на различиях в частотно-временном составе виброграмм, вызванных смещением по времени разверток активных вибраторов на времена, кратные величине задержки запуска *slip time*, названный методом следящей фильтрации. Проводится подробное описание нового метода, основанное на логичных заключениях из имеющейся теоретической информации.

Описываются результаты обработки экспериментальных данных, подтверждающие, что разработанный метод позволяет эффективно проводить очистку виброграмм от помех соседних пунктов возбуждения как раннего, так и позднего включения. **Второе положение доказано.**

**Третье научное положение.** Система контроля качества и мониторинга полевых сейсморазведочных работ позволяет использовать полный объем информации о полевых работах, проводить двухуровневый контроль качества сейсмических материалов, оперативно выявлять причины ухудшения качества и производительности работ и обеспечивает переход на более высокий уровень контроля полевых сейсморазведочных работ.

Автором отмечена необходимость повышения уровня контроля огромного количества параметров проводимых работ для своевременного принятия мер по обеспечению качества и производительности. Для решения данной задачи разработана единая Система контроля качества и мониторинга полевых сейсморазведочных работ, включающая базу оперативно пополняемых данных о параметрах работ и систему прикладных программ, обеспечивающих получение полной текущей информации по всем отрядам полевой партии в головном офисе геофизической компании.

Описано формирование базы данных о параметрах полевых работ. Приведены примеры передаваемой в базу данных информации. Автором обосновано создание специальных прикладных программ, автоматизирующих процесс систематизации и обработки данных. Приведены примеры контроля качества на основе анализа различных параметров. Особое внимание уделено оценке причин брака полученного материала,

отмечена возможность четкого контроля проведения работ для выявления недобросовестных сотрудников.

Неоспоримой заслугой соискателя является подробный анализ результатов использования Системы контроля качества и мониторинга полевых сейсморазведочных работ. Отмечена тенденция снижения брака при бурении, являющаяся очевидным результатом нововведений. Разработанная Система предполагает оптимизацию различных параметров, возможность последующего выявления проблемных мест в технологии выполнения работ, рост производительности и экономической эффективности.

Автор отмечает возможность усовершенствования Системы и дальнейшей реализации контроля качества полевых сейсморазведочных работ.

Система реализована, внедрена в АО «Башнефтегеофизика» и успешно используется, что еще раз подтверждает третье научное положение.

### **Значимость для практики полученных автором результатов**

В процессе подготовки диссертации автором проведен грамотный разбор теоретических основ, представлена информация о современном состоянии технологии и контроля качества полевых сейсморазведочных работ, описаны основные способы изучения верхней части разреза, указаны преимущества и недостатки различных систем сбора и регистрации сейсмической информации, отмечены преимущества вибрационной сейсморазведки, отмечены требования к современной системе сопровождения полевых работ.

Практическая ценность диссертационной работы связана с решением важных прикладных задач при проведении сейсморазведочных работ. Созданный метод, основанный на комплексировании прямого МСК в шнековой колонне и МПВ, позволяет повысить точность определения параметров зоны малых скоростей. Разработанный метод следящей фильтрации, основанный на фильтрации виброграмм с изменяющимися во времени граничными частотами, позволяет эффективно проводить очистку виброграмм от помех соседних пунктов возбуждения как раннего, так и позднего включения. Система контроля качества и мониторинга полевых сейсморазведочных работ позволяет проводить двухуровневый контроль качества сейсмических материалов, оперативно выявлять причины ухудшения результатов и производительности.

Автор описывает возможности гидропневматического источника ГПИ-2, сравнивает результаты наблюдений при использовании нескольких невзрывных источников возбуждения колебаний, приводит полученные временные разрезы и описывает результаты. Логичные и грамотно сформулированные выводы сделаны на основе анализа полученных

результатов. Подробно описываются исследования различных систем сбора данных, а именно «слепой» системы *GSR* и «полуслепой» – *Unite*, приводятся полученные сейсмограммы и временные разрезы. Значительное внимание уделяется сопоставлению отдельных трасс, полученных с группированием 12 сейсмоприемников *GS-20DX* и одиночным сейсмоприемником *GS-1 (GS-ONE)*. Производится тестирование гибридной полевой телеметрической системы сбора и регистрации сейсмической информации *Sercel-508XT* с последующей оценкой.

Разработанная соискателем методика изучения зоны малых скоростей на протяжении трёх полевых сезонов успешно применяется на лицензионных участках ПАО «ЛУКОЙЛ» и ООО «РИТЭК». Разработанный метод очистки виброграмм путем следящей фильтрации используется при работах по высокопроизводительной методике *Slip Sweep* на участках ПАО «НОВАТЭК» и ПАО «НК «Роснефть». Разработанная Система контроля качества и мониторинга полевых работ применяется в АО «Башнефтегеофизика» в течение пяти лет, достигнуты существенное повышение качества материалов, рост производительности и экономической эффективности работ. Обеспечено эффективное внедрение на объектах АО «Башнефтегеофизика» бескабельных систем регистрации и гибридной телеметрической системы *Sercel-508XT*.

#### **Соответствие диссертационных исследований паспорту научной специальности, публикации и апробация работы**

Диссертация Гафарова Радия Марсовича «Методы повышения качества и достоверности полевых сейсморазведочных работ» соответствует паспорту научной специальности 1.6.9 – Геофизика. В ней содержится решение задачи по повышению качества сейсмических данных, контролю полевых работ и увеличению производительности. Предложенное решение имеет важное прикладное значение для развития полевой сейсморазведки.

Основное содержание диссертационной работы опубликовано в 20 печатных трудах в рецензируемых изданиях, входящих в перечень Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки РФ. Получено 2 патента на изобретения.

#### **Замечания по работе.**

1. В пункте 1.3 упоминается, что «при работе с взрывчатыми материалами нередки несчастные случаи из-за несоблюдения техники безопасности». В данном случае критерий «редкости» является достаточно субъективным. Не представлены данные «Ростехнадзора»

по количеству несчастных случаев при работе с взрывчатыми материалами за последние годы.

2. На рис.2.7-2.8 иллюстрируется разработанный автором метод комплексирования МСК и МПВ. Возникает вопрос об отсутствии на схемах волн, отраженных от подошвы ЗМС. Незначительность их влияния на результаты обработки и интерпретации регистрируемого волнового поля следовало бы обосновать.

3. Вывод №1 к главе 3 («источник ГПИ-2 ... незначительно проигрывает вибрационному источнику *NOMAD-65* по отношению сигнал/шум ...») не совсем соответствует данным в тексте главы на стр. 60 («Среднее значение отношения сигнал/шум, рассчитанное по пунктам возбуждения, для источника ГПИ-2 равно 2.3, ... для источника *NOMAD-65* – 7.1»).

4. В главе 4 рассматривается разработанный автором «метод следящей фильтрации» как альтернатива зарубежным технологиям разделения сигналов от разных вибраторов. Автор говорит об эффективности своего метода, но не приводит прямого сопоставления результатов обработки по своей методике с тем, что удастся получить с использованием импортных программных пакетов.

5. В методике расчёта параметров следящего фильтра не учитывается временной интервал между целевыми отражающими горизонтами на коррелограммах, что может приводить к частичному подавлению спектра отражённых волн.

### Заключение

Диссертация соответствует п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» и является законченной научно-квалификационной работой. В ней содержится обоснование целесообразности проведения работ по изучению зоны малых скоростей с помощью метода, основанного на комплексировании прямого микросейсмокаротажа в шнековой колонне и метода преломлённых волн; описание метода следящей фильтрации, заключающегося в подавлении корреляционных помех от одновременной работы нескольких групп вибраторов до формирования коррелограмм; а также описание внедрения оригинальной Системы контроля качества и мониторинга полевых сейморазведочных работ, обеспечивающей двойной уровень контроля. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы. Работа написана технически грамотным языком, обладает новизной, внутренним единством и логикой построения, полностью раскрывает сущность выполненного исследования и аккуратно оформлена.

Автореферат отражает содержание диссертации, а ее основные положения опубликованы в открытой печати.

Работа отвечает требованиям ВАК к кандидатским диссертациям.

Отмеченные замечания не являются принципиальными, не подвергают сомнению достоинства работы и не снижают общего положительного впечатления о ней, а ее автор, **Гафаров Радий Марсович**, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.9 – Геофизика.

Директор «Горного института Уральского отделения Российской академии наук» - филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук, доктор технических наук по специальности 04.00.12 – Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых, профессор



Санфиоров Игорь Александрович

Я, Санфиоров Игорь Александрович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

Ф.И.О. официального оппонента: Санфиоров Игорь Александрович  
Почтовый адрес: 614007, г. Пермь, ул. Сибирская, д. 78–А  
Телефон мобильный: +7 (902) 473–15–66  
E-mail: [sanf@mi-perm.ru](mailto:sanf@mi-perm.ru)

11 ноября 2024 года

*Подпись Игоря Александровича Санфиорова  
заверю*



Главный специалист по кадрам

Дерюженко С. Г.