



УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор
ОАО ФП «ВНИИГИС»

В.Т. Перельгин

2017 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу

Ахметсафина Раиса Дахиевича «Математические решения оценки скоростей и разделения составляющих волн многоэлементного волнового акустического каротажа», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности

25.00.10 Геофизика, геофизические методы поисков полезных минералогических ископаемых

Актуальность работы обусловлена развитием и широким внедрением аппаратуры многоэлементного волнового акустического каротажа (ВАК) и потенциальными возможностями ее применения для решения геологических задач. Аппаратура многоэлементного монополюсно-кроссдипольного ВАК кроме более эффективного решения традиционных задач волновой акустики открывает и новые возможности для геомеханики (оценки вектора напряженно-деформированного состояния), оценки анизотропии и трещиноватости, исследований через обсадную колонну, акустического каротажа в процессе бурения, решения проблемы низкоскоростного разреза при изучении поперечной волны и др.

Первой и важной задачей обработки записей ВАК является оценка скоростей и разделение составляющих волн. От решения этой задачи зависит успех дальнейшей геофизической и геологической интерпретации, и, в конечном итоге, геологический результат.

Для разделения волн ВАК в зарегистрированном пакете применяют конструктивные (геометрическое расположение приемников и излучателей, конструкция самих излучателей и приемников, конструкция акустических изоляторов), режимные (монопольный, дипольный, квадрупольный; частота возбуждающего импульса, полоса пропускания), схемотехнические (аналоговые и цифровые фильтры) и математические решения. В диссертационной работе Р.Д. Ахметсафина для разделения волн предлагаются математические решения.

Представленные в работе Р.Д. Ахметсафина решения являются развитием для ВАК метода регулируемого направленного приема (РНП) сейсмических волн, а также метода сембланс в основе которых лежит «наклонное суммирование» как численная реализация преобразования Радона.

Диссертационная работа Р.Д. Ахметсафина посвящена разработке метода сембланс. Приведен солидный обзор, представлена возможность учета дисперсии и возможность надежной автоматической обработки (без участия интерпретатора) в микропроцессоре прибора акустического каротажа в процессе бурения.

Следует отметить, что в результате субъективной инерции мышления и общего технологического отставания 90-х годов, отечественная нефтегазопромысловая геофизика оказалась в зависимости не только от зарубежной многоэлементной кроссдипольной аппаратуры ВАК, но и от сопровождающего программно-методического обеспечения. К сожалению, обработку и интерпретацию ВАК зачастую сейчас выполняют «пользователи зарубежных программ». Поэтому актуальной представляется разработка всего отечественного аппаратно-программно-методического комплекса многоэлементного ВАК.

Основные научные результаты, полученные автором:

- Автор ввел новые формулы сембланс, и назвал их Гильберт сембланс. Эти формулы более корректно отражают смысл меры когерентности сигналов

по приемникам. Геометрическая интерпретация метода основана на том, что длина суммы векторов не больше суммы длин векторов. Векторами представляются комплексные значения аналитических сигналов, которыми автор заменяет исходные зарегистрированные сигналы по приемникам.

- Для нелинейной фильтрации и при обработке изображений для выделения различных признаков в настоящее время широко применяются метод главных компонент, основанный на сингулярном разложении матриц изображений. Автор впервые применил такой подход к матрицам значений сембланс.

- Автором впервые для многоэлементного ВАК реализована и применена фильтрация на основе прямого и обратного преобразования Радона. Количества приемников 6 или 8 оказалось достаточным для интегрального преобразования, и фильтрация позволяет «отсечь» составляющие в задаваемом диапазоне скоростей.

- Оригинальными являются и результаты исследований в области дисперсии составляющих ВАК. Подробно описан механизм консолидации когерентной мощности в области приведенное время пробега – интервальное время по дисперсионным кривым в области частота – интервальное время.

Значимость результатов для науки и производства заключается в том, что:

- Предложенные автором математические преобразования позволяют рассчитывать на повышение точности определения скоростей различных типов волн;

- позволяют повысить достоверность заключений по ВАК в сложных геолого-технических условиях. Таких как, каротаж через колонну; каротаж в процессе бурения при «высокой» волне по корпусу прибора; акустический каротаж в дипольном режиме в условиях диспергирующей изгибающей волны или каротаж в монопольном режиме в условиях диспергирующей волны Стоунли;

- расширяется перспектива для широкого применения метода ВАК при плохом контакте «цемент-колонна» за счет фильтрации (подавления) «звенящей» волны по обсадной колонне (кроме высокоскоростных разрезов);

- открывается возможность применения ВАК в процессе бурения с использованием полимерных растворов (автоматическое определение скорости Р-волны при низком соотношении её амплитуды с амплитудой волны по корпусу прибора);

- открывается перспектива оценки изменения проницаемости горных пород не только на качественном, но и на количественном уровне по скорости диспергирующей волны (Стоунли);

- математические решения реализованы в виде алгоритмов и программ, что позволяет отечественным разработчикам создавать программное обеспечение по обработке и интерпретации материалов ВАК различной степени автоматизации: от автоматизированного интерактивного с широким набором использованных инструментов по фильтрации и выделению составляющих волн до полностью автоматического.

Обоснованность математических решений подтверждается корректностью математических преобразований и принятыми допущениями.

Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертации:

- предложенные и разработанные автором математические преобразования рекомендуется реализовать в отечественном программном обеспечении обработки и интерпретации многоэлементного ВАК для оценки скоростей составляющих волн (в том числе с учетом дисперсии), для выделения «чистых составляющих волн»

- с применением созданного программного обеспечения рекомендуется провести широкую апробацию предложенных автором математических

решений на различных типах аппаратуры ВАК, как для решения задач в открытом стволе, так и в обсаженных скважинах.

- в различных геолого-технических условиях провести оценку достоверности, решаемых с применением предлагаемых алгоритмов, задач, как геологических, так и технических и, в частности, точности определения скоростей.

- результаты проведенных автором исследований рекомендуется учесть при разработке перспективной многоэлементной аппаратуры ВАК.

Общие замечания

1. Отсутствуют количественные оценки точности определения скоростей по предлагаемым алгоритмам в различных геолого-технических условиях и при решении различных задач (геологических и технических).
2. Не приведено сопоставление результатов определения скоростей продольных, поперечных, трубных волн по алгоритмам автора с другими известными программными продуктами.
3. Не определены ограничения и область работоспособности представленных алгоритмов определения скоростей, как в случае высокоскоростных, так и низкоскоростных разрезов.
4. Не представлено аналитических оценок или методики оценки достоверности определения интервальных времен составляющих волн (например, на основе соотношения сигнал/шум). В частности при каротаже в процессе бурения, когда нет возможности в реальном времени по гидроканалу передать на поверхность полный волновой пакет по всем каналам, передаются всего два значения интервального времени соответствующие пикам сембланс Р- и S-волны. Их необходимо дополнить такой оценкой.
5. В работе четко не указана степень, масштаб практического применения предлагаемых решений и перспективы.

6. Не сформулированы требования к точности определения скоростей в связи с решением геологических и технических задач
7. Системно не приведены рекомендации к конструктивным, режимным и схемотехническим решениям перспективной аппаратуры ВАК.

Заключение

Диссертация представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу на актуальную тему. Новые научные результаты, полученные диссертантом, имеют существенное значение для геофизической науки и практики ВАК, как в открытом стволе, так и в обсаженной скважине. Выводы и рекомендации обоснованы. Работа отвечает требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор, Р.Д. Ахметсафин, заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 25.00.10 – Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых.

Отзыв на диссертацию и автореферат обсужден на заседании Ученого Совета ОАО НПП «ВНИИГИС» «07» сентября 2017 г., протокол № 27/2017.

Заместитель генерального директора по научной работе,
д.т.н., профессор

Л.Е. Кнеллер
Л.Е. Кнеллер

*Подпись Л.Е. Кнеллер заверяю
Зав. отделом кадров ТАО «ТЭТ», В.В. Тимина*

452614, Республика Башкортостан,
г. Октябрьский, ул. Горького, 1
тел.: +7(34767)5-25-22
e-mail: info@vniigis.com

