

ОТЗЫВ

официального оппонента Ю. А. ДАШЕВСКОГО о диссертации М.Н. НИКИТЕНКО «Оперативное моделирование и интерпретация в современных технологиях электромагнитного каротажа», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 1.6.9 – Геофизика.

Актуальная цель диссертационной работы – дальнейшее научно-обоснованное развитие интерпретационной базы новых и современных электромагнитных каротажных комплексов, применяемых в отечественной практике промысловой геофизики, и тем самым, способствование политике импортозамещения. Необходимость вовлечения в разработку тонкослоистых и слабопроницаемых залежей, увеличивающийся объем исследований в наклонно-горизонтальных скважинах, в том числе при каротаже в процессе бурения, возрастающие требования к оперативности обработки и достоверности интерпретации данных электромагнитного каротажа определяют востребованность исследований и разработок диссертации.

Анализ диссертационной работы показывает, что диссертант достиг поставленной цели. Для этого были

- созданы высокоточные и быстрые вычислительные алгоритмы и компьютерные программы для моделирования и инверсии данных с анализом разрешающей способности методов электромагнитных зондирований различной физической природы, применяемых совместно
- научно обоснованы и изучены геофизические возможности методов, основанных на применении новых каротажных зондов для изучения анизотропных и дисперсионных свойств сложно построенных коллекторов нефти и газа

Соискатель представил решения прямых задач электромагнитного каротажа для тороидального источника в слоистой моделях среды, а также для смещенного с оси скважины соленоидального источника электромагнитного поля в цилиндрически-слоистой модели и убедительно показал, как следует преобразовать решения, чтобы получить быстрые и высокоточные алгоритмы моделирования сигналов. На основе этих алгоритмов автором разработаны компьютерные программы, проведено их тестирование и верификация. Для тестирования программ и верификации результатов численных экспериментов соискатель использовал алгоритмы и программы, основанные на методе конечных элементов и предложенные другими исследователями. Представленные результаты тестирования и их сравнительный анализ достаточно убедительны и свидетельствуют о высоком качестве и надежности созданных автором программно-алгоритмических средств.

Следует подчеркнуть, что все программы, созданные диссертантом, образуют единый комплекс численного моделирования сигналов электромагнитного каротажа и служат основой оперативной инверсии данных.

Результаты, полученные в диссертации, можно сгруппировать следующим образом.

1. Анализ возможностей зонда с тороидальным источником. Инструмент предназначен для определения электрической анизотропии в тонкослоистых коллекторах и выделения границ пластов и зон трещиноватости. По измерениям высокочастотного зонда с источником, смещенным с оси скважины, восстанавливается спектр комплексной электропроводности для изучения свойств высокоомных слабопроницаемых коллекторов. Путем масштабного численного моделирования изучено поведение сигналов в основных моделях и сделаны выводы о необходимой конфигурации зондов: рабочих частотах и расстояниях между источниками и приемниками электромагнитных сигналов. Все рекомендации учтены при проектировании и изготовлении каротажного прибора.

2. Комплексование индукционных (ВЭМКЗ, ВИКПБ) и гальванических зондов (БКЗ).

1. В работе установлено, как и с какой точностью по измерениям высокочастотного каротажа ВЭМКЗ можно одновременно определить удельное электросопротивление и диэлектрическую проницаемость пласта (или комплексную электропроводность).

2. В диссертации показано, что достоверность определения коэффициента анизотропии значительно повышается, когда вместе с данными ВЭМКЗ, полученными в наклонно-горизонтальных скважинах, используются сигналы БКЗ.

3. Для прибора каротажа скважин в процессе бурения ВИКПБ количественно оценены возможности определения расстояний до границ, удельных электросопротивлений и анизотропии пластов.

Во всех случаях для анализа использованы как синтетические данные, смоделированные для реальных ситуаций и траекторий скважин, так и практические измерения. Установлены погрешности параметров построенных в результате инверсии геоэлектрических моделей.

В целом, программный комплекс моделирования, инверсии и анализа чувствительности позволяет изучать поведение и разрешающую способность каротажных данных в базовых слоистых моделях, проводить инверсию и оценивать ее результаты как для существующих каротажных комплексов, так и для новых зондирующих систем.

3. Методы инверсии и сжатия данных для прибора каротажа в процессе бурения методом переходных процессов. Предложенные методы обеспечивают возможность быстрой инверсии данных, а также оценки угла наклона и азимутального угла пластов с помощью фокусировки измеренных сигналов. Оценки углов способствуют надежной геонавигации, а также, в случае инверсии данных для сложной модели среды, позволяют существенно сократить ресурсоемкость инверсии и снизить модельную эквивалентность. Все методы реализованы в виде программно-алгоритмического обеспечения и могут использоваться при обработке

практических диаграмм каротажа скважин в процессе бурения методом переходных процессов.

4. Комплексирование данных различных по физической природе методов исследования скважин. Как показано соискателем, комплексирование дает возможность определять удельное электросопротивление и коэффициент анизотропии в прискважинной зоне и уточнять коэффициент глинистости. Значения вертикального и горизонтального удельного электросопротивления, вычисленные на небольших глубинах, совпадающих с радиусом исследования ядерно-магнитного каротажа, улучшают оценки коэффициента водонасыщенности, а радиальный профиль электросопротивления и коэффициент электрической анизотропии в зоне проникновения могут быть использованы для надежной оценки насыщения и коэффициента проницаемости при интерпретации данных повторных измерений электромагнитного каротажа.

Эти важные результаты определяет практическую значимость способа комплексирования данных многочастотных, многозондовых и многокомпонентных измерений, электрического имиджера и гамма-каротажа.

В целом, соискателем решена актуальная научная проблема, состоящая в создании новых методов исследования в нефтегазовых скважинах, развитии инверсионных процедур и разработке высокопроизводительного программно-алгоритмического обеспечения электромагнитного каротажа, имеющая важное практическое значение для развития промысловой геофизики.

Замечания по диссертации и дискуссионные вопросы:

1. Неоправданное увеличение объема диссертации, многие страницы похожи на инструкции по применению разработанных автором программных средств (входные и выходные данные программ, описание функций Бесселя)

2. По мнению оппонента, новизна диссертации (стр. 11) состоит не в самих решениях краевых задач электромагнетизма в слоистых средах, предлагаемых автором, а в умных алгоритмах численной реализации этих решений

3. Скомканное описание обработки физического эксперимента в баке с электролитом (размеры бака? точность экспериментальных данных?)

4. Не совсем понятна позиция автора относительно алгоритмов численной инверсии. На стр. 126 упоминается только один из них. Но есть и другие.

5. Встречаются неудачные высказывания (стр. 42) – «традиционные методы каротажа не зависят от вертикальной УЭП»

Отметим, что высказанные замечания нисколько не умаляют результатов данной работы, имеющих высокую теоретическую и практическую значимость. Отношение оппонента к диссертации сугубо положительное. Все результаты получены с использованием современных методов прикладной и вычислительной математики, апробированы и своевременно опубликованы. Важным для практических приложений является выявление границ применимости полученных теоретических результатов, подтвержденное серией численных экспериментов.

В целом, представленная диссертационная работа М.Н. НИКИТЕНКО является завершенным научно-технологическим исследованием, в котором изложены как новые технические решения и рекомендации, имеющие существенное значение для развития промышленной геофизики РФ и решения проблемы импортозамещения, так и детально проработаны пути совершенствования уже существующих электрических методов исследования скважин.

Диссертация свидетельствует о личном вкладе автора в науку и обладает внутренним единством. Оппонент не возражает против защищаемых научных результатов, выводов и рекомендаций и считает их достоверными. Автореферат полностью отражает содержание диссертации, основные результаты работы в достаточной степени опубликованы в научной печати. Имеется ряд патентов по тематике диссертации.

Считаю, что диссертационная работа М.Н. НИКИТЕНКО «Оперативное моделирование и интерпретация в современных технологиях электромагнитного каротажа», отвечает всем критериям Положения о порядке присуждения ученых степеней, а ее автор М.Н. НИКИТЕНКО заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 1.6.9 – Геофизика.

Официальный оппонент,
д. ф.-м. н., профессор кафедры геофизики
Новосибирского государственного университета,
630117, г. Новосибирск, ул. Вяземская 2, кв. 16,
тел. +7 913 938 2176, e-mail dashyuly48@mail.ru

Дашевский Юлий Александрович

Даю согласие на обработку персональных данных.

«13» января 2022 г.

Подпись официального оппонента заверяю: