ЗАКЛЮЧЕНИЕ

комиссии диссертационного совета 24.1.087.02
для принятия к защите диссертации Шапаренко Ильи Олеговича
«Строение зон деструкции по данным электротомографии в межгорных впадинах Алтая и над нефтегазоконденсатными залежами в Прикаспии»
по специальности 1.6.9 – «Геофизика»
на соискание учёной степени
кандидата геолого-минералогических наук

Объектом исследования в диссертации И.О. Шапаренко являются разломные структуры под осадочными отложениями во впадинах Горного Алтая и суффозионные воронки над нефтегазоконденсатной залежью (Прикаспийская впадина), рассматриваемые как частные случаи подповерхностных неоднородностей верхней части геологической среды.

Актуальность определяется недостаточностью знаний о строении участков с разломными структурами в сейсмоактивных регионах и участков в зонах развития суффозии над залежами углеводородов. Во впадинах Горного Алтая при повышении сейсмической активности участки с разломами относятся к опасным для населения и его хозяйственной деятельности также, как и зоны с развитием суфффозионных процессов над нефтегазоконденсатной залежью (Прикаспийская впадина), которые угрожают коммуникациям, трубопроводам и в целом могут привести к разрушениям промышленной инфраструктуры.

Поскольку суффозионные воронки развиваются непосредственно на дневной поверхности, то оценка их размеров использовалась как априорная информация. В отличие от этого, размеры и размещение разломных структур под осадочными отложениями во впадинах не известны.

Решение актуальной задачи изучения подповерхностных неоднородностей, к которым относятся объекты исследований диссертационной работы, базируется и объединяется использованием высокоразрешающей электротомографии с ее развитыми аппаратурными и программно-алгоритмическими средствами двух- и трехмерного численного моделирования, и инверсии данных.

Из измерений на системе профилей ЭТ устанавливается распределение удельного электрического сопротивления (УЭС) отложений, отражающее области и глубины проявления опасных процессов. Измерения по площади дают возможность получить пространственную (трёхмерную) геоэлектрическую модель деструктивных участков с целевыми объектами. Таким образом, электротомографию можно эффективно использовать в зонах возникновения и развития опасных геодинамических процессов как для изучения строения, так и для мониторинга их состояния.

Методы исследования, фактический материал: Основной метод исследования – метод постоянного тока (электротомография). Для измерений использовалась аппаратура «Скала 48», с глубиной исследования до 80–100 м в зависимости от используемой установки и геоэлектрического разреза.

В работе использовался значительный объём полевых данных электротомографии, полученных под руководством и при непосредственном участии автора диссертации в Горном Алтае и над нефтегазоконденсатной залежью (Прикаспийская впадина). Для выбора конкретных объектов исследований в межгорных впадинах Горного Алтая автор опирался на многолетний опыт полевых наблюдений сотрудников лаборатории электромагнитных полей ИНГГ СО РАН, а также на априорные геологические данные.

При обработке и интерпретации измерений применялись программно-алгоритмические средства для построения двумерных и трёхмерных геоэлектрических моделей среды. Для подготовки к полевым измерениям и при интерпретации данных электротомографии (ЭТ) проводилось численное трёхмерное моделирование с использованием программных пакетов, разработанных в ИНГГ СО РАН: SCALA-48 (GPU), DiInSo.

Для инверсии полевых и синтетических данных, построения геоэлектрических разрезов и трёхмерных моделей применялись программные средства Res2DInv, ZondRes3D, ERTLab, DiInSo.

Анализировалась геологическая информация для сопоставления и верификации результатов, полученных по данным электротомографии. В лаборатории электромагнитных полей ИНГГ СО РАН при участии автора проводились полевые работы методом вертикального электрического зондирования (ВЭЗ) и зондирования становлением поля в ближней зоне (ЗСБ), результаты которых также привлекались для интерпретации данных и анализа результатов ЭТ.

Высокая степень достоверности результатов исследования обеспечена всесторонним анализом выполненных ранее научных исследований, использованием сертифицированной аппаратуры для измерений и современных достижений в программном обеспечении. Результаты по данным электротомографии заверены численным моделированием. Верификация построенных моделей по данным электротомографии на нефтегазоконденсатном месторождении осуществлялась сопоставлением с результатами вертикальных электрических зондирований. Выводы о причинах возникновения и развития суффозионных воронок получены с привлечением комплекса данных методов геоэлектрики (ЭТ, ВЭЗ, ЗСБ). Полученные результаты апробированы публикациями в рецензируемых научных журналах, выступлениями на российских и международных конференциях с устными докладами соискателя.

Личный вклад

Соискатель участвовал в планировании полевых работ методами электроразведки, выборе установок и оптимальной системы измерений. Участвовал в постановке задач исследования. Все полевые данные, используемые в диссертационной работе, получены соискателем лично или при непосредственном его участии в период 2015-2023 гг. В процессе полевых работ методом электротомографии он лично контролировал качество измерений и выполнял первичную обработку полевых данных. Интерпретация

осуществлялась соискателем с применением различных программных пакетов как для моделирования, так и для инверсии полученных данных; он привлекал имеющуюся априорную информацию (геологическую, данные скважин, результаты других методов геофизики), выполнял численное моделирование, анализировал результаты, сопоставлял с результатами инверсии полевых данных.

Научная новизна результатов исследования

По данным ЭТ по впадинам Горного Алтая построены характерные 2-3D геоэлектрические модели с выявленными под осадочными отложениями разломами, обоснованные численным решением соответствующих прямых и обратных задач.

Впервые построена наглядная детальная трёхмерная геоэлектрическая модель суффозионной низкоомной воронки глубиной 9 м.

По данным электротомографии и в результате комплексного геолого-геофизического анализа выявлены причины образования суффозионных воронок. Вымывание глинистых и солевых частиц в подповерхностной зоне способствовало депрессии отложений до глубин 15 – 30 м с последующей их просадкой. Выявлена развивающаяся суффозионная воронка, за которой необходимо наблюдать.

На основе сопоставительного анализа работы программных комплексов моделирования и инверсии данных электротомографии показано, что достоверность интерпретации подтверждается перекрёстным сравнением их результатов, а также привлечением численного решения прямых и обратных задач. В частности, установлено, что по измерениям установкой Шлюмберже нельзя количественно определить углы падения сместителей разломов.

Практическая и теоретическая значимость

Модели разломных зон во впадинах Горного Алтая по данным метода ЭТ позволяют получить о них необходимую актуальную информацию. Крупные региональные кайнозойские разломы в обрамлении впадин Горного Алтая отличаются значительными амплитудами смещения и обычно хорошо выражены в рельефе. Но внутривпадинные межблоковые разломы, обычно перекрытые осадочными отложениями, не определяются геологическими методами, а по данным ЭТ они характеризуются зонами с пониженными значениями УЭС и хорошо выделяются на разрезах относительно более высокоомных вмещающих горных пород. Полученные результаты имеют значение для понимания этапов формирования геологических структур в алтайских впадинах. Информация об активных разломах помогает избежать катастрофических последствий при прокладке дорог, трубопроводов, постройке новой жилой и промышленной инфраструктуры. Также она важна для ряда геологических дисциплин: геодинамики, структурной геологии, неотектоники Горного Алтая.

На участке с суффозионными воронками получены полевые данные ЭТ высокого качества, что позволило по результатам интерпретации и комплексного анализа геолого-геофизических материалов сформулировать возможные причины их образования и выявить наиболее опасные воронки.

Защищаемые научные результаты:

1. По данным электротомографии зоны разломов Чуйской, Курайской, Уймонской впадин Горного Алтая характеризуются пониженными значениями УЭС (20–300 Ом·м, для многолетнемерзлых пород до 1500 Ом·м) относительно вмещающих отложений, а их ширина изменяется в пределах 20 – 150 м.

2. На участке со всеми суффозионными воронками над нефтегазоконденсатной залежью (Прикаспийская впадина) электротомография показала чередование вытянутых вдоль речной террасы протяженных низко- и высокоомных зон, обусловленных следами поверхностных водных потоков, формирующих их структуру. Вымывание глиняного и солевого «цемента» по границам высокоомных зон привело к депрессии приповерхностного горизонта до глубин 15 – 30 м с просадкой подповерхностных отложений.

Всё вышеуказанное дает основание утверждать, что **диссертационная работа И.О. Шапаренко** соответствует **паспорту научной специальности 1.6.9 – «Геофизика» по геолого-минералогическим наукам**, поскольку получены научные результаты, которые соответствуют направлению исследований: п. 16 и п. 18. Материалы диссертации изложены **22 научных публикациях, в том числе 5 статьях в научных рецензируемых журналах, включенных в перечень ВАК** (за период с 2015 по 2025 г. по категориям ВАК: К1 – 5 статей).

При экспертизе текста диссертации, автореферата, публикаций, а также результатов проверки текста системой «Антиплагиат» **комиссией установлено,** что:

- оригинальных блоков в диссертации с учетом добросовестного самоцитирования – 96.21 %;
- соискателем сделаны ссылки на все источники заимствования материалов, **фактов некорректного цитирования или заимствования** без ссылки на соавторов в тексте диссертации и автореферате **не обнаружено;**
- **сведения, представленные соискателем об опубликованных им работах,** в которых изложены основные научные результаты диссертации, **достоверны;**
- **несоответствий** текста диссертации, представленного соискателем в диссертационный совет, тексту диссертации, размещенному на сайте, **не выявлено;**
- **недостоверных сведений в документах,** представленных соискателем в диссертационный совет, **не выявлено.**

Комиссия считает диссертацию завершённым научно-квалификационным трудом, содержащим существенные новые результаты, имеющие важное научное и практическое значение, и рекомендует:

1. Принять к защите диссертацию И.О. Шапаренко.

2. **Ведущей организацией** назначить Акционерное общество «Нижне-Волжский научно-исследовательский институт геологии и геофизики» (АО «НВНИИГГ», г. Саратов). Предложение обосновано соответствием профиля организации (региональная геология и геофизика, исследования строения Прикаспийской впадины) теме диссертационной работы.

3. В качестве официальных оппонентов рекомендуются:

Буслов Михаил Михайлович, доктор геолого-минералогических наук, профессор, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией геодинамики и магматизма Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН (компетентен в области геодинамики, структурной геологии и неотектоники Горного Алтая, соответствующих теме диссертации).

Буддо Игорь Владимирович, кандидат геолого-минералогических наук, заместитель директора по научной работе Института земной коры СО РАН (компетентен в области геоэлектрики, электротомографии и интерпретации геофизических данных, соответствующих теме диссертации).

Комиссия диссертационного совета:

Председатель комиссии, д.г.-м.н.	Н.О. Кожевников
д.г.-м.н.	В.В. Оленченко
д.г.-м.н.	А.С. Сальников