

2-10

ISSN 1729-7516

Вестник НЯЦ РК

ПЕРИОДИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
НАЦИОНАЛЬНОГО ЯДЕРНОГО ЦЕНТРА РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ВЫПУСК 1(29), МАРТ 2007

Издаётся с января 2000 г.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР – д.ф.-м.н. КАДЫРЖАНОВ К.К.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ: к.х.н. АРТЕМЬЕВ О.И., д.т.н. Байгурин Ж.Д.,
БЕЛЯШОВА Н.Н., к.ф.-м.н. ВОЛКОВА Т.В. к.т.н. ГИЛЬМАНОВ Д.Г.,
д.ф.-м.н. ЖОТАБАЕВ Ж.Р. – заместитель главного редактора,
д.г.-м.н. ЕРГАЛИЕВ Г.Х., к.б.н. КАДЫРОВА Н.Ж., к.ф.-м.н. КЕНЖИН Е.А.,
КОНОВАЛОВ В.Е., д.ф.-м.н. МИХАЙЛОВА Н.Н., к.ф.-м.н. МУКУШЕВА М.К., д.т.н. Уманец В.Н.
д.б.н. ПАНИН М.С., к.г.-м.н. ПОДГОРНАЯ Л.Е., к.ф.-м.н. СОЛОДУХИН В.П. д.ф.-м.н. ТАКИБАЕВ Ж.С.

ҚР ҰЯО Жаршысы

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҰЛТТЫҚ ЯДРОЛЫҚ ОРТАЛЫҒЫНЫҢ
МЕРЗІМДІК ҒЫЛЫМИ-ТЕХНИКАЛЫҚ ЖУРНАЛЫ

1(29) ШЫҒАРЫМ, НАУРЫЗ, 2007 ЖЫЛ

NNC RK Bulletin

RESEARCH AND TECHNOLOGY REVIEW
NATIONAL NUCLEAR CENTER OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ISSUE 1(29), MARCH 2007

УДК 550.837

МЕТОД ЗОНДИРОВАНИЙ ВЕРТИКАЛЬНЫМИ ТОКАМИ ПРИ ОКОНТУРИВАНИИ ЗАЛЕЖЕЙ И ПОИСКЕ СТРУКТУРНЫХ НАРУШЕНИЙ В СРЕДЕ

Потапов В.В.

Институт геофизики Сибирского отделения РАН, Новосибирск, Россия

На практических примерах применения метода зондирования вертикальными токами в Якутии (для поиска структурных аномалий) и в Италии (оконтуривание газового хранилища) показано, что новый метод имеет большие перспективы и возможности при поисках и оконтуривании аномальных, в геоэлектрическом смысле, объектов.

ВВЕДЕНИЕ

В геолого-геофизической среде исследователей нет устоявшегося мнения о возможностях электроразведки в области прогнозирования залежей углеводородов. Спектр суждений весьма широк - от полного отрицания таких возможностей до крайне оптимистических оценок. Привлекает внимание тот факт, что зондирование становлением (ЗС) [3], считавшееся наиболее прогрессивной методикой электроразведки и действительно получившее широкое

нефтепоисковое применение в СССР, теперь мало упоминается в этом контексте. Похоже, что для успешного выявления упомянутых возможностей необходимо весьма осознанно изменить подход к выбору методики электроразведки.

Построим физико-математическую модель индукционной (т.е. на переменных полях) электроразведки с контролируемыми источниками [1, 2], условное изображение которой приведено на рисунке 1.

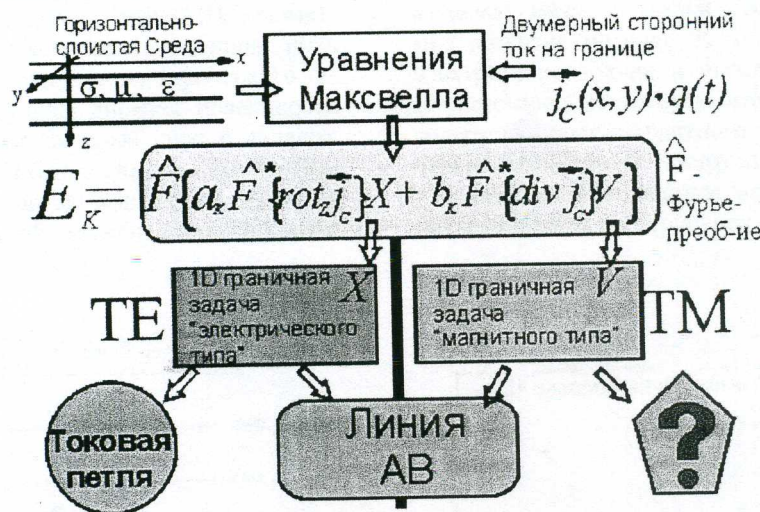


Рисунок 1. Физико-математическая модель индукционной электроразведки

Все многообразие возможных различных питающих установок, располагаемых на дневной поверхности можно формально описать, введя распределение поверхностной плотности стороннего тока (в А/м), меняющегося синхронно – $\vec{j}^c(x, y) \cdot q(t)$. Такое описание источника включает в себя как традиционные питающие установки, образованные отрезками провода и точечными заземлениями, так и менее привычные установки с распределенными проводниками и заземлениями. Например, для двух основных типов источника, применяемых в наземной электроразведке – горизонтальная линия, заземленная по концам (ГЭЛ) и токовая петля, – поверхностная плотность определяется следующим образом:

- $j_x^c(x, y) = I \cdot \delta(y) \times [U(x + dx_0 / 2) - U(x - dx_0 / 2)]$ - для ГЭЛ;
- $j_\phi^c(r) = I \cdot \delta(r - a)$ - для петли,

где $U(x)$ – функция Хевисайда, $\delta(x)$ – дельта функция Дирака, dx_0 – длина ГЭЛ, a – радиус токовой петли.

Приняв в качестве базовой одномерную горизонтально-однородную модель среды и применяя уравнения Максвелла с соответствующими условиями, можно получить решение для любой компоненты поля в виде линейного двучлена, как это дано на рисунке 1. Поведение электромагнитного поля описывается двумя независимыми функциями V и X , - решениями двух разных краевых нестационарных задач, т.е. процесс возбуждения и распространения

**МЕТОД ЗОНДИРОВАНИЙ ВЕРТИКАЛЬНЫМИ ТОКАМИ
ПРИ ОКОНТУРИВАНИИ ЗАЛЕЖЕЙ И ПОИСКЕ СТРУКТУРНЫХ НАРУШЕНИЙ В СРЕДЕ**

поля от произвольного источника есть суперпозиция двух различных процессов. Вклад каждого процесса определяет конфигурация источника посредством значений функций $divjC(x,y)$ и $rotzjC(x,y)$. Одна составляющая определяется током, стекающим с заземлений (гальваническое возбуждение), а другая составляющая зависит от вихревой компоненты в распределении стороннего тока (индуктивное возбуждение). Таким образом, в электроразведке с контролируруемыми источниками, в силу одномерности модели среды, имеет место разделение общего поля на E- и H-составляющие (поперечно-магнитное и поперечно-электрическое поле). Физико-математическая модель индукционной электроразведки с контролируруемыми источниками, двуединая и симметрична по отношению к полям электрического и магнитного типов.

Отсюда следует, что всякая методика индукционной электроразведки, использующая токовую петлю в качестве источника, основана на использовании поля магнитного типа, которое возбуждается индуктивно и определяет индуктивную электроразведку.

Другой широко применяемый источник - горизонтальная заземляемая линия (линия АВ), - является смешанным источником, возбуждающим поля обоих типов. Однако, вклад поля электрического типа в любую измеряемую на дневной поверхности компоненту обычно мал по сравнению с вкладом поля магнитного типа. Можно считать, что вся индукционная электроразведка фактически является индуктивной, основанной на использовании поля магнитного типа.

Поле магнитного типа (и, значит, фактически все реализованные методы индукционной электроразведки) имеет ряд принципиальных недостатков. Система возбуждаемых токов в среде имеет только горизонтальные компоненты при широком латеральном распространении. Регистрируемый на дневной поверхности отклик определяется всей вмещающей толщиной, причем, в основном, суммарной продольной проводимостью этой толщи. Аномальный вклад такой неоднородности, как, например, залежь углеводородов (УВ), даже вместе со всеми сопутствующими изменениями, мал и "размазан" на пространственно-временном протяжении суммарного сигнала. Индуцируемые горизонтальные токи слабы и имеют вторичный характер. Поэтому, несмотря на, казалось бы, прогресс в электроразведке, связанный с появлением ЗС, методы постоянного тока продолжают жить и даже упорно претендуют на решение различных проблем, в частности, такой проблемы, как прослеживание углеводородных залежей. Это можно объяснить тем, что поле электрического типа имеет весьма полезные свойства.

Пользуясь приведенной физико-математической моделью электроразведки можно предложить прямое развитие методов ЗС с использованием поля электрического типа и определить конфигурацию его источника. Потребуем, чтобы поле источника не содержало поля магнитного типа, т.е. потребуем, чтобы $rotzjC(x,y)=0$. Нетрудно видеть, что этому удовлетворяет изотропное радиальное распределение стороннего тока (рисунок 2).

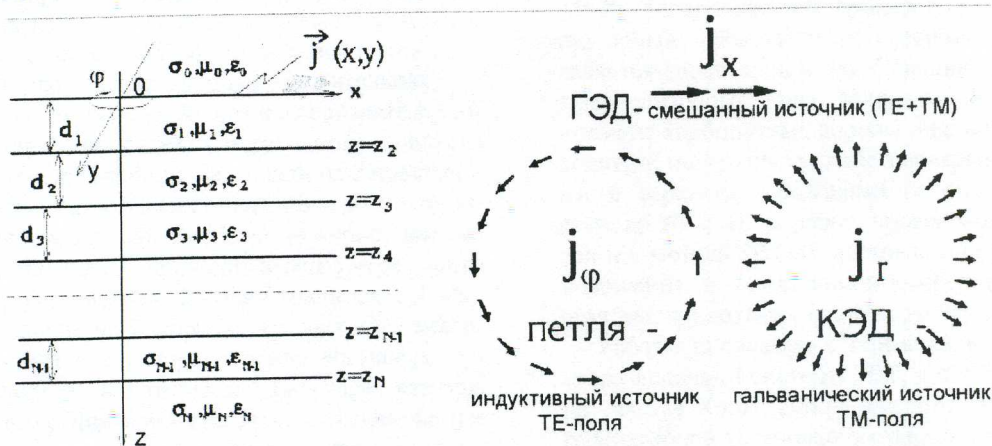


Рисунок 2. Модель среды и основные конфигурации стороннего тока

На практике данное требование реализуется системой радиальных заземленных линий с одинаковым током, которая получила название «круговой электрический диполь» (КЭД). По отношению к полю магнитного типа преимущество этого типа источника заключается в наличии вертикальной компоненты тока в возбуждаемой среде. Это создает благоприятные условия для выявления специфической неоднородности, каковой является, например,

газонефтяная залежь, но также способствует развитию процессов вызванной поляризации. Можно возразить, что всякий источник с заземлениями (та же линия АВ) имеет аналогичные свойства. Но не всякий источник (а только КЭД) не возбуждает дополнительно и мощного индуктивного процесса. Высокдинамичный в пространстве и во времени, долгоживущий фон, определяемый всей вмещающей толщиной - это главная проблема традиционной индукци-

**МЕТОД ЗОНДИРОВАНИЙ ВЕРТИКАЛЬНЫМИ ТОКАМИ
ПРИ ОКОНТУРИВАНИИ ЗАЛЕЖЕЙ И ПОИСКЕ СТРУКТУРНЫХ НАРУШЕНИЙ В СРЕДЕ**

Участок расположен в зоне Центрального разлома Вилкойско-Мархинской системы, выполненного субвертикальной дайкой траппов и сопровождаемого интенсивной линейной магнитной аномалией. Горизонтальная мощность дайки 20 - 30 м, глубина залегания верхней кромки около 300 м. Магнетизм проявился здесь также в виде приповерхностных трапповых пластовых интрузий с туфовыми «карманами» и туфовых трубок. Размеры последних, оцененные по магнитным аномалиям, не превышают 50 м в диаметре.

Работы на участке Хатат проведены с применением 8-ми лучевой установки кругового электрического диполя (КЭД) с лучами длиной 500 м. Центр установки располагался южнее на 670 м и западнее на 70 м от юго-западного угла участка. Ток в каждом из лучей установки КЭД составил 3А, а при работе на наиболее удаленных профилях ток увеличивался до 3.5А. Суммарный ток нагрузки составлял 24 либо 28 А. Измерения сигнала переходного процесса ЗВТ проведены двумя переносными измерительными комплексами на основе аппаратуры «Цикл-5» (СНИИГГИМС). Синхронизация между генераторной установкой и измерительным комплексом осуществлялась через систему спутниковой связи приемниками GPS. Измерения выполнены по сети 50×20 м. Объем измерений составил около 1200 точек. На каждой точке измерялся параметр dBz/dt . Всего выполнено примерно 2500 измерений. Основной объем предварительной обработки полевых материалов выполнен непосредственно в поле одновременно с контролем получаемых текущих материалов. На рисунке 4а приведена площадная картина сигнал ЗВТ-М на времени 0.753 мс, на рисунке 4б – картина сигнал ЗВТ-М, полученная вдоль профиля 26000 (привязка по глубине относительная).

Как видно из рисунка 4а, вся исследованная площадь по значению сигнала переходного процесса ЗВТ делится примерно по диагонали на 2 практически равные части, что может быть связано с влиянием разлома «Западный», который по априорной информации (рисунок 3) проходит именно через центр участка. С увеличением времени (начиная с 1 мс), такое разделение на 2 области исчезает. Это может быть объяснено следующим образом. На малых глубинах, исходя из геологической ситуации, картина распределения проводимости очень сложная, на нее накладывается еще влияние разлома, поэтому неоднородности в горизонтально-слоистой среде дают такое яркое различие в распределении площадного сигнала на малых временах. При увеличении времени, а соответственно глубины исследования, среда становится более похожа на горизонтально-слоистую, что видно на площадных, а особенно на профильных сигналах ЗВТ (рисунок 4б), и отображается в виде более равномерного по площади сигнала.

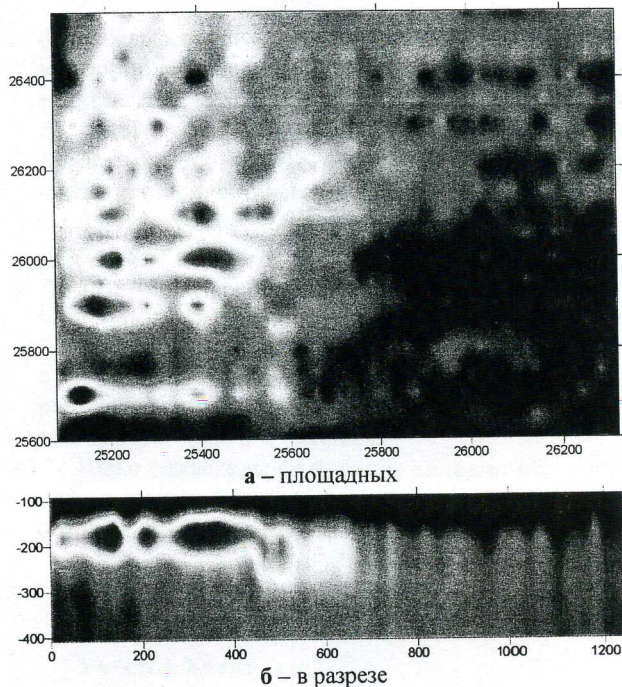


Рисунок 4. Участок Хатат. К результатам работ методом ЗВТ-М (на времени 0.753 мс)

Таким образом, на участке Хатат по площадным значениям сигнала ЗВТ выделяются две большие зоны, делящие участок практически пополам, граница между ними достаточно хорошо совпадает с расположением разлома «Западный».

Участок Ан-21

В сентябре 2002 г. проведены работы на участке Ан-21, расположенном примерно в 15 км западнее г. Мирный. Геологическое строение участка Ан-21 является характерным для большинства территорий кимберлитового поля Мирного. Кимберлитовмещающие карбонатные породы нижнего палеозоя выходят на поверхность, либо перекрыты мезозойскими и верхнепалеозойскими отложениями мощностью до 20 м. Цель работ, проведенных с использованием метода ЗВТ-М, состояла в определении расположения предполагаемой кимберлитовой жилы и разлома, проходящего через изучаемый участок.

Работы проведены с применением той же электроразведочной системы ЗВТ, которая использована на участке Хатат. Длина каждого луча в 8-лучевой генераторной установке составила 250 м, ток в каждом луче - 1А. Общий ток составил 8А. Измерения осуществлены теми же двумя измерительными комплексами, которые использованы на участке Хатат. Измерения проведены по сети 50×40 м со сгущением в отдельных случаях до 25×40 м. На рисунке 5 приведены площадные сигналы переходного процесса ЗВТ на временах 0.117 мс (рисунок 5а) и 0.689 мс (рисунок 5б), а также сигнал ЗВТ (рисунок 5в) вдоль профиля 28250.

МЕТОД ЗОНДИРОВАНИЙ ВЕРТИКАЛЬНЫМИ ТОКАМИ ПРИ ОКОНТУРИВАНИИ ЗАЛЕЖЕЙ И ПОИСКЕ СТРУКТУРНЫХ НАРУШЕНИЙ В СРЕДЕ

онной электроразведки. Поле КЭД - поле чисто электрического типа, не имеет магнитных компонент на поверхности горизонтально-слоистой среды и при этом создает условия для успешной регистрации слабых аномальных эффектов, связанных с неоднородностями типа залежей углеводородов. Методики, использующие круговой электрический диполь называются «зондирования вертикальными токами» (ЗВТ) и являются наиболее серьезной альтернативой в индукционной электроразведке за последние десятилетия [1, 2]. Зондирование вертикальными токами является принципиально новым методом электроразведки. В аппаратном отношении эта новизна выражается, прежде всего, в необходимости устраивать на местности питающую установку новой конфигурации (КЭД) и поддерживать в импульсном режиме равные (или заданные) токи в лучах установки КЭД. Такое устройство в целом можно определить как управляемый круговой электрический диполь (УКЭД). Измерительная часть с ливной обеспечивается стандартной аппаратурой метода зондирования становлением поля в ближней зоне (ЗСБ) [3]. Спецификой ЗВТ является также полная реализация популярной в электроразведке (но плохо реализуемой в индуктивных методах) идеи площадных работ с закрепленным источником. Это потре-

бовало надежной пространственно-временной привязки мобильного автономного измерительного комплекса (или нескольких таких комплексов) к импульсному источнику поля. Самое эффективное решение найдено в виде использования приемников глобальной навигационной системы GPS.

Аппаратурный комплекс для ЗВТ включает зондирующую установку – управляемый круговой электрический диполь, - и измерительный комплекс, состоящий из измерителя ЗСБ-МПП и индукционного датчика [3]. Измеритель также можно использовать в методе вызванной поляризации (ВП). Сейчас опробовано и внедрено в практику уже третье поколение аппаратного комплекса.

Ниже приведены результаты полевых исследований, выполненных с использованием метода ЗВТ в различных геолого-геофизических условиях [4, 5].

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РАБОТЫ ПО ВЫЯВЛЕНИЮ СТРУКТУРНЫХ НАРУШЕНИЙ В СРЕДЕ (РЕСПУБЛИКА ЯКУТИЯ)

Участок Хатат

Летом 2002 г. в республике Якутия проведены экспериментальные работы с целью выявления разлома «Западный», проходящего через центральную часть участка Хатат (рисунок 3).

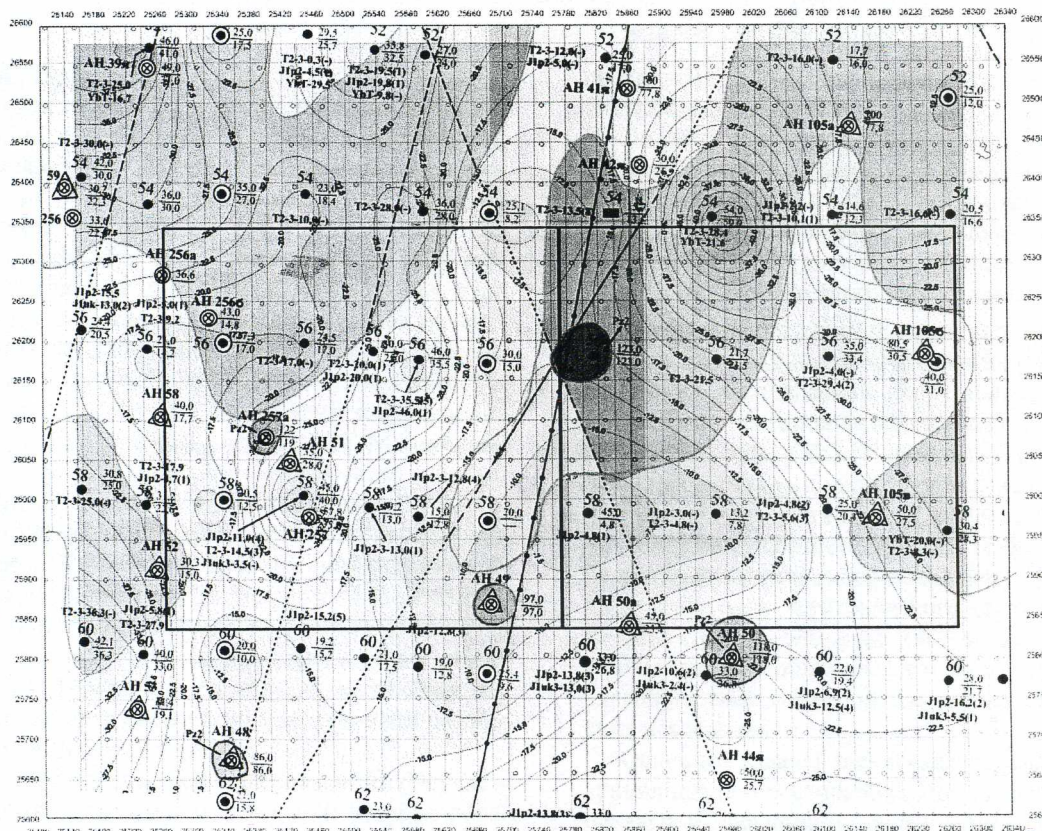


Рисунок 3. Геологическая карта участка Хатат

МЕТОД ЗОНДИРОВАНИЙ ВЕРТИКАЛЬНЫМИ ТОКАМИ
ПРИ ОКОНТУРИВАНИИ ЗАЛЕЖЕЙ И ПОИСКЕ СТРУКТУРНЫХ НАРУШЕНИЙ В СРЕДЕ

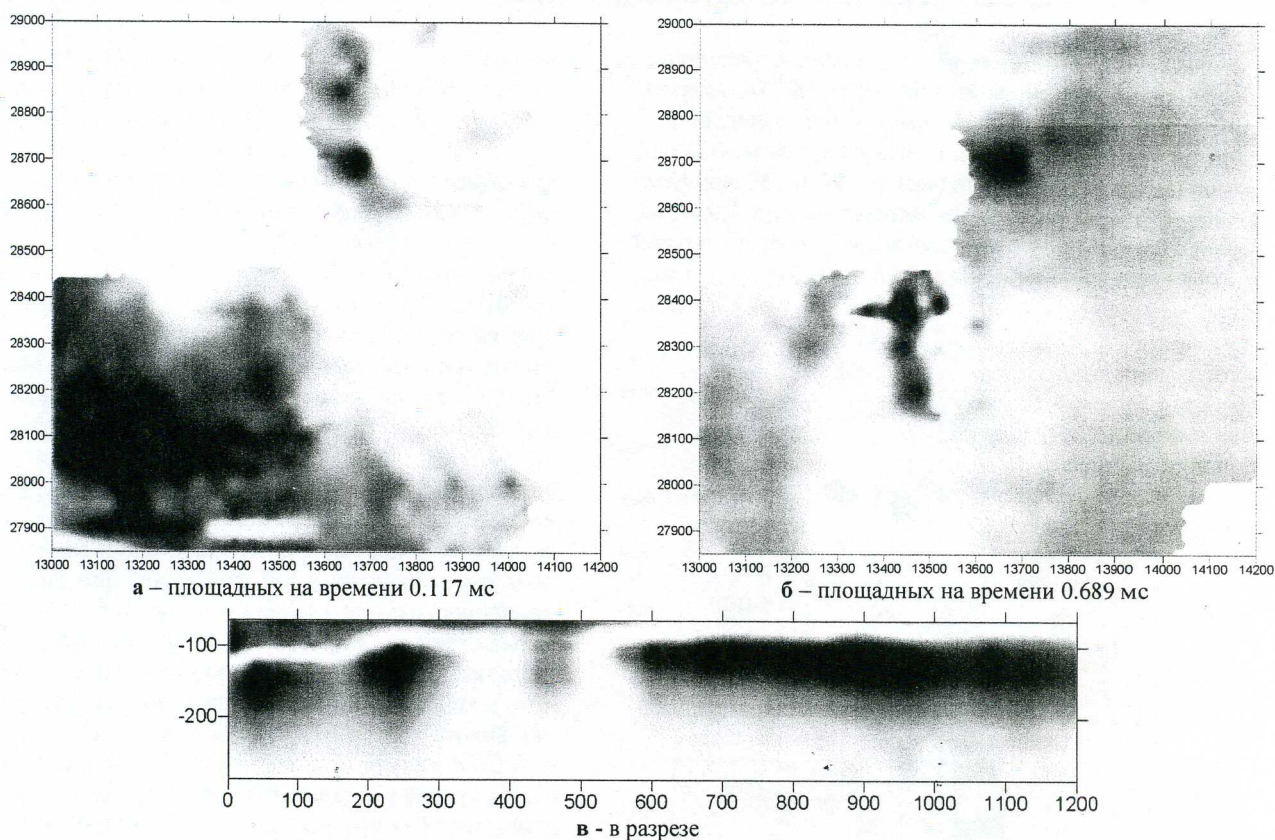


Рисунок 5. Участок Ан-21. К результатам работ методом ЗВТ-М

Из рисунка 5а можно видеть, что сигнал переходного процесса ЗВТ-М распределен по площади достаточно равномерно, без резких аномальных зон в сравнении с распределением сигнала на более поздних временах (рисунок 5б), где отчетливо проявляется аномальная область (рисунок 5б, красный цвет). При еще большем увеличении времени (глубины исследования) проявление этой аномалии ослабевает. Однако дальнейшее изменение поведения этой аномалии с глубиной, к сожалению, проследить было затруднительно из-за того, что уровень сигнала становится ниже уровня шумов. На профильном сигнале ЗВТ-М (рисунок 5в) та же аномальная область видна четко и позволяет судить о ее форме и расположении. По значениям амплитуды, близким к нулю, на площадных сигналах ЗВТ-М можно выделить аномальную зону, протягивающуюся в южном направлении. Данное понижение значений сигнала может быть связано с тем, что здесь проходит разлом «Центральный». Изменение сигнала из-за разлома заметно только в южной части участка, хотя разлом проходит через весь участок.

Наличие резкой аномальной зоны в центре участка может объясняться тем, что в зоне разлома образовалась трещина, в которой проходил процесс последующего осадконакопления. Электрическое сопротивление этих осадков резко отличается от со-

противления вмещающей среды, что и способствует отчетливому ее выделению.

Подводя итоги работ на участке Ан-21 можно сказать, что по измеренному сигналу слабо выделяется разлом «Центральный», проходящий через весь участок. Выявлена резкая аномальная зона в центре участка, которая возможно связана с процессом осадконакопления в кавернах разлома.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РАБОТЫ ПО ОКОНТУРИВАНИЮ ГАЗОВОГО ХРАНИЛИЩА (ИТАЛИЯ)

Объект исследований представляет собой бывшее газовое месторождение, используемое ныне как хранилище газа. Объект находится в предместьях большого Милано и располагается на глубине 1300 м. Зона исследований плотно заселена и чрезвычайно осложнена соответствующей инфраструктурой. Геологический разрез характеризуется резким падением удельного электрического сопротивления на глубинах между 900 м до 1300 м непосредственно над изучаемым объектом, что является весьма неблагоприятным фактором для любых геоэлектрических исследований.

Основной задачей работ являлось оконтуривание хранилища по простирианию. По полученной предварительной информации ранее с этой целью применялись электрические методы (Шлюмберже) и ставилась 3D-сейсмика. С той же целью привлечен метод зондирования вертикальными токами (ЗВТ). Условия применения любых зондирований во времен-

**МЕТОД ЗОНДИРОВАНИЙ ВЕРТИКАЛЬНЫМИ ТОКАМИ
ПРИ ОКОНТУРИВАНИИ ЗАЛЕЖЕЙ И ПОИСКЕ СТРУКТУРНЫХ НАРУШЕНИЙ В СРЕДЕ**

ной области (каковыми являются ЗВТ) на изучаемой территории являются крайне тяжелыми не только из-за выше отмеченных обстоятельств, но также из-за высоких электромагнитных помех.

Работы методом ЗВТ выполнялись в следующей конфигурации измерительно-зондирующего комплекса: число лучей КЭД - 8; ток в одной линии - 4 А; длительность тока и паузы - 250 мс; эффективная площадь приемной петли - $5,52 \cdot 10^5 \text{ м}^2$ и $1,33 \cdot 10^5 \text{ м}^2$. Перед началом работ в нескольких точках на изучаемой площади выполнены тестовые измерения для оценки помех. Общий уровень помех с приемной петлей 133000 м^2 изменялся от 90 до 1200 мВ. Максимальные помехи наблюдались в 150 м от линий электропередач, поэтому в непосредственной близости от нее измерения приходилось вести с переходом на приемную петлю с меньшим моментом. Результатами измерений было показано, что наибольший вклад (до 95 %) вносит промышленная помеха частотой 50 Гц, создающая экстремальный уровень помех при измерении сигналов переходных процессов на ранних временах (1-30 мс). Для исследования геоэлектрических проявлений газовой полости было использовано две расстановки КЭД (рисунок 6). КЭД-1 удалось реализовать с радиусом 800 м, КЭД-2 реализован с радиусом 600 м. Размещение точек измерения, также показаны на рисунке 6.

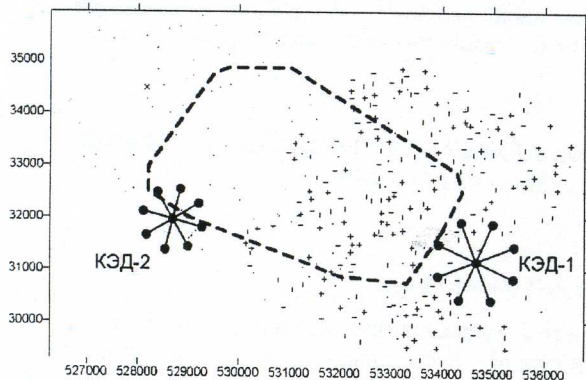


Рисунок 6. Схема работ методом ЗВТ по оконтуриванию газового хранилища (Италия)

Как видно из рисунка 6, система точек наблюдения несколько хаотична и из-за заселенности в некоторых частях площади явно недостаточна. Оптимальной является недостижимая в предложенных условиях регулярная система наблюдений. Измерители, входящие в комплект установки ЗВТ, работали автономно, не оказывали взаимного влияния, что позволяло повысить производительность. Измерительные комплексы перемещались на автомобилях.

Поскольку практически все измерения были зашумлены периодической помехой (50 Гц), в качестве обрабатываемых сигналов приняты не измеренные значения dBz/dt , а само поле Bz . Это было достигнуто путем интегрирования всех сигналов по времени, что позволило значительно ослабить пе-

риодическую помеху. Были построены площадные сигналы ЗВТ-М на различных временах. На рисунке 7 приведены полученные наиболее информативные результаты на трех временах: 2 мс (рисунок 7а), 7 мс (рисунок 7б) и 32 мс (рисунок 7в). По априорным данным, предоставленным заказчиком, построен контур газовой залежи (зеленый пунктир), который нанесен на все площадные сигналы для сравнения с полем ЗВТ-М.

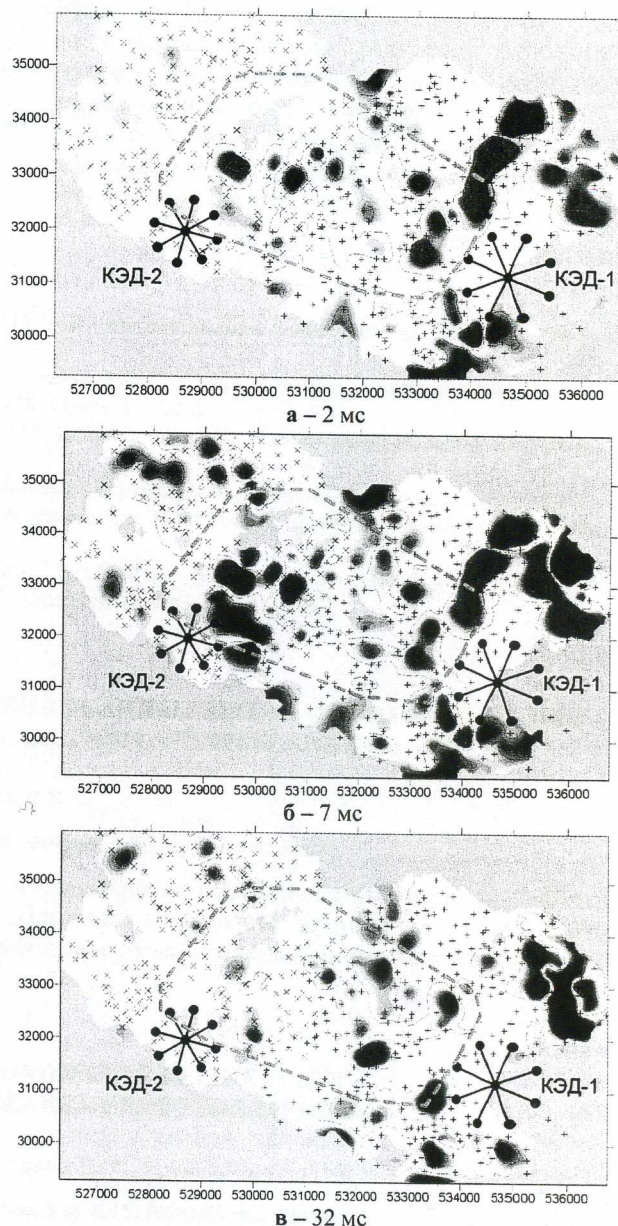


Рисунок 7. К результатам работ методом ЗВТ-М на газовом хранилище в Италии. Площадной сигнал на временах

Как видно из рисунка 7а, на времени 2 мс видна одна аномальная область в восточной части, характеризующаяся положительным сигналом. Область хорошо совпадает с восточной границей залежи, но она имеет продолжение на северо-восток относительно границы контура по априорным данным.

**МЕТОД ЗОНДИРОВАНИЙ ВЕРТИКАЛЬНЫМИ ТОКАМИ
ПРИ ОКОНТУРИВАНИИ ЗАЛЕЖЕЙ И ПОИСКЕ СТРУКТУРНЫХ НАРУШЕНИЙ В СРЕДЕ**

Видны зоны резкой смены знака сигнала в самой восточной и самой южной части изученной площади, возможно, связанные с близкими промышленными объектами. В остальном, на площади нет резких изменений сигнала.

На времени 7 мс (рисунок 7б) картина иная. Кроме той же восточной границы, проявилась зона положительного сигнала, проходящая от точки (533000; 31500) до (529500; 33000) и расположенная несколько севернее, чем юго-западная граница залежи.

На времени 32 мс (рисунок 7в) не видно никаких ярко выраженных зон. Аномальные зоны, наблюдаемые на более ранних временах, здесь отсутствуют, что может говорить о том, что на больших глубинах нет резких изменений в электрическом сопротивлении.

Результаты работ позволили сделать два важных вывода: 1 - наблюдается некоторая корреляция сиг-

нала ЗВТ и контура газовой неоднородности; 2 - очевидна возможность повторных наблюдений для мониторинга площадного сигнала ЗВТ.

Выводы

Основываясь на приведенных теоретических предпосылках можно утверждать, что метод зондирования вертикальными токами имеет большие перспективы, поскольку использует принципиально новый способ возбуждения среды. Полученные результаты полевых работ подтверждают способность метода в изучении различных геоэлектрических структурных особенностей, в их выявлении и определении конфигурации. Метод ЗВТ можно использовать и при мониторинге различных хранилищ газа, нефти и др., которые являются аномальными объектами в геоэлектрическом смысле.

ЛИТЕРАТУРА

1. Могилатов, В.С. Зондирования вертикальными токами (ЗВТ) / В.С. Могилатов, Б.П. Балашов // Изв. РАН. Сер. Физика Земли, 1994. - № 6.
2. Могилатов, В.С. Зондирование вертикальными токами качественный шаг в развитии индукционной электроразведки / В.С. Могилатов, Б.П. Балашов // Разведочная геофизика, 1998. - Вып. 4. - 60 с.
3. Могилатов, В.С. Импульсная электроразведка: Учеб. Пособие / В.С. Могилатов. - Новосибирск: Новосиб. гос. ун-тет, 2002 - 208 с.
4. Могилатов, В.С. Результаты применения технологии зондирования вертикальными токами (ЗВТ) для оконтуривания залежей углеводородов / В.С. Могилатов, В.В. Потапов, С.А. Феofilов // Материалы Четвертых геофизических чтений имени В.В. Федьнского. - М., 2002. - С. 92 - 93
5. Mogilatov, V.S. New electrical prospecting for oil. Some results / V.S. Mogilatov, V.V. Potapov, V.S. Feofilov // The 64th EAGE Conference and Exhibitions. Stavanger, Norway, 2-5 June 2003. Extended abstract. - V. 2. - P052

**ШОҒЫРЛАРДЫ КОНТУРЛАУЫНДА ЖӘНЕ ГЕОЛОГИЯЛЫҚ ОРТАДАҒЫ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ
БҰЗЫЛЫСТАРЫН ІЗДЕУІНДЕ ВЕРТИКАЛЬ ТОКТАРЫМЕН ЗОНДТАУ ӘДІСІ**

Потапов В.В.

РГА Сібір бөлімінің Геофизика институты, Новосибирск, Ресей

Якутияда (құрылымдық аномальдарын іздеу үшін) және Италияда (газ қоймасын контурлау) вертикаль токтарымен зондтауын қолдануының іс-жүзіндегі үлгілерінде аномальдық (геоэлектрлік мағанасында) нысаналарын іздеу және контурлауында жаңа әдістің мол болашағы мен мүмкіндіктері бар болуы көрсетіледі.

**VERTICAL ELECTRICAL SOUNDING AT DELINEATION
AND STRUCTURAL FAILURE SEARCHING IN THE MEDIUM**

V.V. Potapov

Institute of Geophysics of Siberian Branch of RAS, Novosibirsk, Russia

Application of vertical electrical sounding method in Yakutia (for structural anomalies) and in Italy (for gas delineation) demonstrated that the new method had great perspectives for searching and delineation of anomalous objects from geoelectric viewpoint.