# Государственное предприятие «Научно-исследовательский центр проблем недропользования «ГЕОРЕСУРС»

01601 Украина, г.Киев, ул.Олеся Гончара, 55-Б

- Тел.: (044)360 94 73
- Факс:(044)486 31 57
- www.geo-resurs.com
- E-mail: geores@meta.ua
  geores@i.ua

Государственное предприятие «Научно-исследовательский центр проблем недропользования «ГЕОРЕСУРС»

# Точечное электромагнитное зондирование

- Применяемая нами технология точечного электромагнитного зондирования (ТЭМЗ) является наиболее эффективной при поисках месторождений углеводородов, построении их детальной геологической модели и проектировании оптимальной схемы разработки.
- В последние годы объемы исследований по этой технологии непрерывно растут.
- Данные, полученные с помощью ТЭМЗ, помогут приобрести конкурентное преимущество и более эффективно планировать разведку и разработку месторождений углеводородов.

## ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕХНОЛОГИИ ТЭМЗ

Ожидаемый экономический эффект- от использования предлагаемой Технологии ТЭМЗ анализа и прогнозирования залежей углеводородов.

Среднее месторождение (т.е. примерно в 1-10 млн. тонн нефти или 1-10 млрд. кубометров газа) имеет площадь около 100 кв.км. Оценочная стоимость геофизических исследований (вне зависимости от используемого метода анализа) по такому месторождению составляет около 1200 тыс. долларов. Стоимость установки скважин (вместе с организацией локальной инфраструктуры, проведением комплекса экологических мероприятий и т.д.) зависит от глубины залегания месторождения и составляет не менее :

| Глубина месторождения | Стоимость установки скважины на суше | Стоимость установки скважины на шельфе |
|---|---|---|
| 1000 | 500 тыс. долларов | 1.000 тыс. долларов |
| 1500 | 700 тыс. долларов | 1.500 тыс. долларов |
| 2000 | 900 тыс. долларов | 1.900 тыс. долларов |
| 3000 | 1.300 тыс. долларов | 3.300 тыс. долларов |

С использованием традиционных методик из трех подготовленных для поискового бурения площадей только на одной из них в результате поискового бурения выявляют месторождение. До 90% месторождений открывается после бурения от 1 до 3-х поисковых скважин на каждой из подготовленных площадей. В среднем для открытия одного месторождения на трех подготовленных площадях необходимо пробурить не менее 4-х поисковых скважин. В самых простых горно-геологических условиях для разведки и оценки запасов среднего месторождения необходимо пробурить еще 5 разведочных скважин, а для добычи продукции - эксплуатационные скважины (примерно 15 для средних газовых месторождений или 30 для нефтяных).

При использовании технологии ТЭМЗ на двух из трех площадей поисковое бурение производится не будет, а для подтверждения наличия залежи на одной площади требуется не более одной - двух поисковых скважин. Следовательно, для открытия одного месторождения требуется не более 2-х поисковых скважин. Поскольку практически все эксплуатационные скважины будут высокодебитными (с вероятностью не менее 0.9), то для сохранения того же объема добычи достаточно вдвое меньшего количества эксплуатационных скважин (что и является одним из основных следствий предлагаемой технологии ТЭМЗ.

Таким образом, оценка объема капиталовложений на поисковое, разведочное и эксплуатационное бурение для среднего нефтяного месторождения (на суше, с глубиной залегания залежи около 3000 м), составляет:

| С использованием традиционных методов | С использованием технологии ТЭМЗ |
|---|---|
| 39 скважин<br>51,9 млн. долларов | 17 скважины<br>22,6 млн. долларов |

Таким образом, предполагаемые затраты уменьшаются ориентировочно в 2,3 раза. Следует отметить, что чем больше месторождение, тем выше эффективность предлагаемой технологии. Так что на крупных месторождениях сокращение количества устанавливаемых скважин приведет к уменьшению объема капиталовложений более чем вдвое. Тем самым себестоимость одной тонны нефти (и примерно 1000 кубометров газа) уменьшится более чем на один доллар.

Однако сделанные выше выводы не являются единственным преимуществом использования технологии ТЭМЗ. Основное следствие - это возможность обнаружения залежей углеводородов там, где обычные методы ничего не показывают.

Теория метода и способы интерпретации основаны на алгоритмах, которые создавались и опробовались Виталием Васильевичем Финчуком в течение 15 лет при производстве опытно-методических и поисковых работ в различных геологических условиях. Метод внедрен в производство геологоразведочных работ в 2000-2008 гг.

Метод ТЭМЗ успешно применяется для картирования и построения объемной модели загрязнений почв и грунтов нефтепродуктами. В августе 2002 года метод прошел испытания на Центральном складе ГСМ Министерства обороны Украины. В результате определены источники разливов нефтепродуктов, конфигурации загрязнений в плане и разрезе. Данные ТЭМЗ подтверждены бурением. Подрядчиком МО Украины метод рекомендован Министерству экологии и природных ресурсов Украины как основной геофизический метод при выявлении и оконтуривании разливов нефтепродуктов из хранилищ горюче-смазочных материалов.

В 1996-2008 гг. были проведены работы на многих углеводородных месторождениях Украины, Татарии и Якутии при глубинах залегания залежей нефти и газа 500 - 10000 м, в ходе которых были уточнены положения известных продуктивных залежей и выявлены новые.

Опытно-методические работы ТЭМЗ были проведены на Иреляхском месторождении углеводородов в Якутии на профиле длиной 54 км. По полученным данным подтверждается положительная структура в районе известного месторождения. Детальное изучение интервалов глубин залегания коллекторов позволило выделить локальную пластовую электромагнитную аномалию, которая совпадает с положением нефтяной залежи по данным бурения. Выделены две перспективные на выявления углеводородов профильные аномалии.

На Первомайском нефтяном месторождении в Татарии были проведены мониторинговые работы методом ТЭМЗ. Отмечается значительное изменение электромагнитных свойств среды после продолжительного внешнего вибровлияния (значительное уменьшение уровня электромагнитных флюктуаций), что приводит к увеличению дебита буровых скважин. Подобные опытно-методические работы определили новое направление применения метода ТЭМЗ для оценки изменений проницаемости продуктивной на нефть и газ толщи горных пород в результате внешнего вибровлияния. Это позволяет оптимизировать процесс нефтегазодобычи.

**В 2007-2008 проведены успешные исследования по поиску и картированию зон концентрации метана угольном месторождении в США.**

**В 2008 году проведены успешные испытания аппаратуры ФЕНИКС 10-01 нового поколения.**

**В 2008 году проведены опытно-методические работы на многих известных месторождениях Днепровско-Донецкой впадины, позволившие уверенно определять залежи углеводородов на глубинах до 5,5 км.**

**В 2008 году проведены работы на Киевском и Кременчугском водохранилищах для выбора места строительства мостовых переходов для будущей окружной дороги вокруг Киева.**

# Мы используем последние научные достижения в геологии

- Исследуются временные особенности наведенного электромагнитного поля Земли, возникающего в среде после кратковременного воздействия прямоугольным импульсом постоянного тока передающей установкой с регистрацией отклика приемной установкой (установки многовитковые, периметр одного витка до 20 см). Используется специально разработанная, изготовленная и апробированная аппаратура «Цикл-Микро» и «Феникс» с соответствующим программным обеспечением на ПК. В зависимости от геологических, инженерных и других задач измеряются и анализируются различные компоненты наведенного поля с построением специальных карт и разрезов электромагнитных параметров среды.
- При интерпретации материалов ТЭМЗ используется авторская программа «Pipe» и лучшие прогаммы интерпретации  Применяемые способы измерений с использованием возбуждающе-приемных установок очень малых размеров позволяют выполнять зондирование недр практически на любых площадях.

# Аппаратура для электроразведки последнего поколения

# Феникс 10-01

- **ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ И ХАРАКТЕРИСТИКИ**
- 2.1. Динамический диапазон измеряемого электрического
- сигнала - не менее 100 дБ.
- 2.2. Максимальное измеряемое напряжение сигнала
- переходных процессов - не менее 4 В.
- 2.3. Диапазон времени измерения переходного процесса
- от 100 нс до 30 мс.
- 2.4. Среднеквадратическая величина собственных шумов канала при закороченном входе, определенная при числе накоплений N = 64 и начальном времени измерения 1 мкс, не превышает 0,5мкВ.
- 2.5. Мощность, потребляемая аппаратурой ФЕНИКС, не
- более 2,5Вт при напряжении питания 12 В.
- 2.6. Выходное напряжение измерителя от 4 до 10 В.
- 2.7 Длительность измеряемых импульсов тока от 100 до 1000 мкс.
- 2.8. Аппаратура ФЕНИКС обеспечивает работу при синхронизации от высокоточной шкалы времени приемника спутниковой радионавигационной системы
- (GPS).
- 2.9. Аппаратура ФЕНИКС обеспечивает обмен данными с компьютером через USB порт.
- 2.10. Габаритные размеры аппаратуры ФЕНИКС –
- 440x380x180мм.
- 2.11. Масса аппаратуры ФЕНИКС - 6 кг (без аккумуляторов).
- 2.12. Установленная безотказная наработка аппаратуры
- ФЕНИКС не менее 8 ч.

# Цикл-Микро-5

| | |
|---|---|
| *динамический диапазон измерения ЭДС переходного процесса, не менее* | ***140дБ*** |
| *собственные шумы измерительного канала при закороченном входе* | |
| *в полосе 500 кГц* | ***50 мкВ*** |
| *в полосе 1 кГц* | ***0,5 мкВ*** |
| *максимальное измеряемое напряжение* | ***3 В*** |
| *диапазон времени измерения переходного процесса* | ***400нс-56с*** |
| *подавление помехи 50 Гц* | ***не менее 60дБ*** |
| *питание от источника постоянного тока напряжением* | ***3Вт*** |
| *потребляемая мощность* | ***9-16В*** |
| *масса* | ***3кг*** |
| *габариты* | ***295х195х90мм*** |

- В основу методики обработки материалов ТЭМЗ положен идентичный способ расчета
- глубин исследований. В 1993 г. с помощью эксперементальных исследований
- установлено, что величина скорости распространения электромагнитного поля
- в геологической среде является величиной постоянной. В 1997-1999 г.г. определены
- математическиие уравнения, решения которых хорошо апроксимируют результаты
- эксперементальных исследований. Разница величин скоростей, определенных на основании
- эксперементальных исследований и решений уравнений составляет 0,018%.

**Ðàñ÷åò ãëóáèí è ññëåäîâàíèé ÒÝÌÇ**

$$h = v_F \cdot t / 2$$

h - ãëóáèíà èññëåäîâàíèé

t - âðåìÿ èçìåðåíèÿ íàâåäåííîãî ïîëÿ

$v_F$ - ñêîðîñòü ðàñïðîñòðàíåíèÿ ýëåêòðîìàãíèòíûõ âîëí â ñðåäå

# Методика проведения полевих работ

- Геофизические исследования методом ТЭМЗ выполняются с использованием аппаратуры "Цикл-Микро-7», «Феникс 1-01» и «Феникс 10-01». Аппаратура обладает линейной шкалой измерений. Временной шаг измерений составляет 0,1, 0,2 , 0,5, 1, 2, 5, 10, 50 мкс. Аппаратура может производить измерения в интервале 0 - 500000 мкс. Запуск аппаратуры и запись измерений осуществляется с помощью переносного персонального компьютера. Работы проводятся в пешеходном варианте, с автомобиля, борта судна, в аэроварианте и т.д.
- Привязка на местности осуществляется с помощью навигационного прибора GPS, который передает основной программе координаты точек наблюдений.
- При проведении работ аппаратура включается на базе отряда перед выходом на полевые работы. Перед началом съемки исполняется 10 запусков аппаратуры, после этого начинаются рядовые измерения.
- Во время проведения работ коммутация приемных и питательных установок, размеры петли, ее конфигурация, азимут, длина кондуктора остаются постоянными.
- Амплитуда тока в генераторном контуре остается постоянной и достигает 3А.

При проведении геофизических работ методом ТЭМЗ изучается вертикальная компонента наведенного электромагнитного поля при двух полярностях в приемной установке.

В процессе измерений регистрируются наблюдения в двух полярностях (Vпр, Vобр). Шаг наблюдений и общее количество пунктов исследований электромагнитного поля (физических точек) определяется в зависимости от конкретных задач.

При проведении работ с борта судна или в аэроварианте замеры выполняются постоянно.

Работы проводятся в 4 этапа:

1.Сбор и интерпретация известных геологических материалов

2. Проведение профильных полевых работ методом ТЭМЗ;

3. Обработка и интерпретация полученной полевой информации.

4.Интерпретация и составление отчета

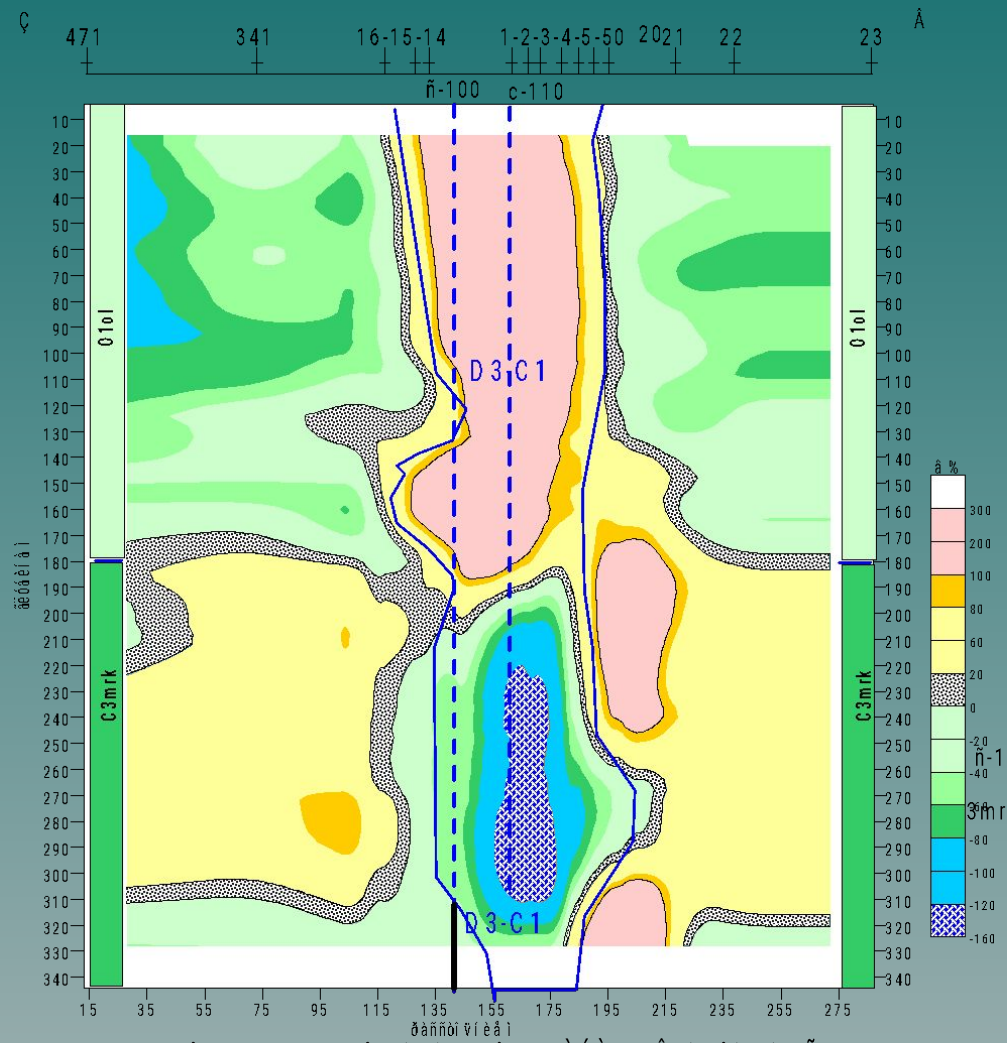
Метод ТЕМЗ имеет существенные преимущества по сравнению с традиционными геофизическими методами исследования недр.

## ПРЕИМУЩЕСТВА:

1. Проведение исследования по технологиям ТЕМЗ не требует использования громоздкого автотранспорта, крупнотоннажных судов и значительных людских ресурсов.
2. Работы выполняются без каких-либо вредного воздействия на окружающую среду, т.е. метод ТЕМЗ является абсолютно экологически безопасным.
3. Возможность проведения исследований на труднодоступной местности - в лесах, водоемах, на морских акваториях, в водно-болотных районах, на крутых подъёмах, в горной местности и т.п..
4. Метод ТЕМЗ по характеру электромагнитных аномалий может определять не только форму, объем и координатах объекта, но и определять, чем выполнена та или иная положительная структура (нефть, газ или вода).

Технология испытывалась на протяжении 1993-2005 г.г.
Получены следующие положительные результаты:

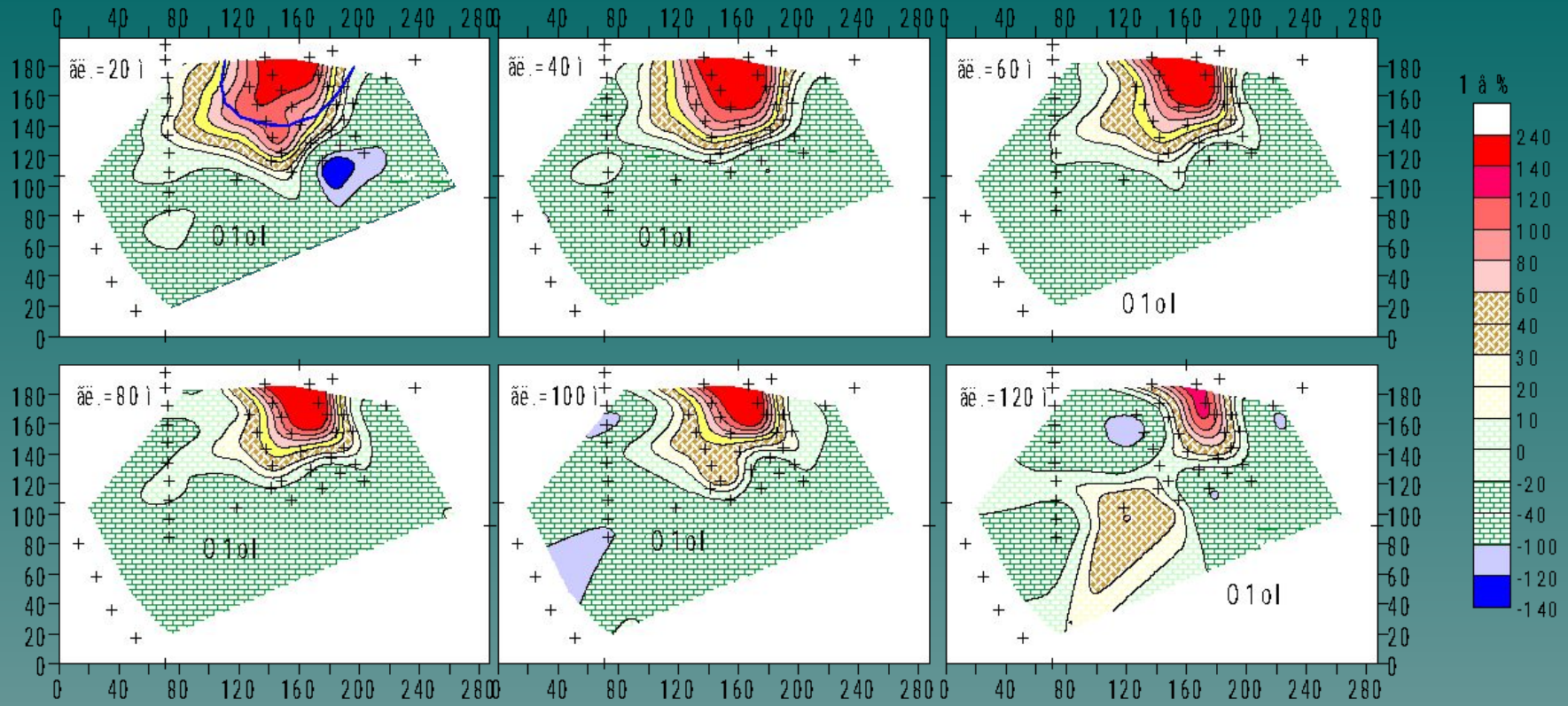
**1. На 26-ти исследованных алмазоносных кимберлитовых трубках в Якутии, Архангельской области, Анголе и в Украине:**

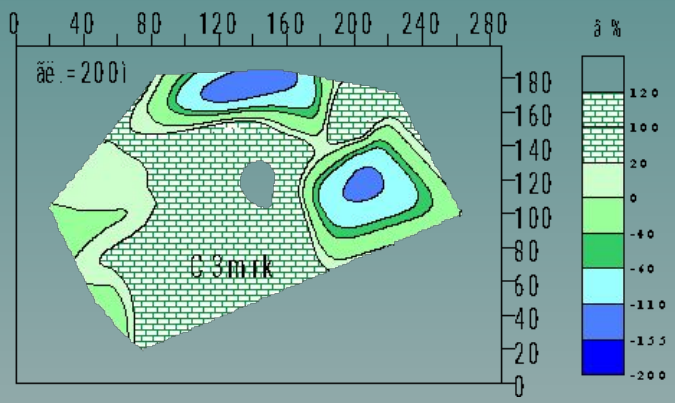



Ðèñ. 1à. Ðåçóëüòàòû ýëåêòðîðàçâåäêè ÒÝÌ Ç. Êàðüåð òð."Ñ"
Âåðòèêàëüíû é ðàcðåc ýëåêòðî ì àãí èòí ûõ ïàðàì åòðî â ñðåäû ïî Ï Ð !-!

A. На рис.1а, 1б, 1с приведены результаты ТЭМЗ на трубке "С" (Якутия). Электромагнитная аномалия (интервал глубин 20-330 м) совпадает с контурами трубки, установленными по данным бурения. Кимберлиты характеризуются аномалией повышенного сигнала (красный цвет) по отношению к вмещающим их породам в интервале глубин 20-180 м. В интервале глубин 180–330 м кимберлиты выделяются аномалией пониженных сигналов (синий цвет) по отношению к глинистым отложениям вмещающих пород. Эти примеры показывают возможности метода ТЭМЗ при поиске кимберлитов, учитывающие геоэлектрические особенности исследуемых разрезов;

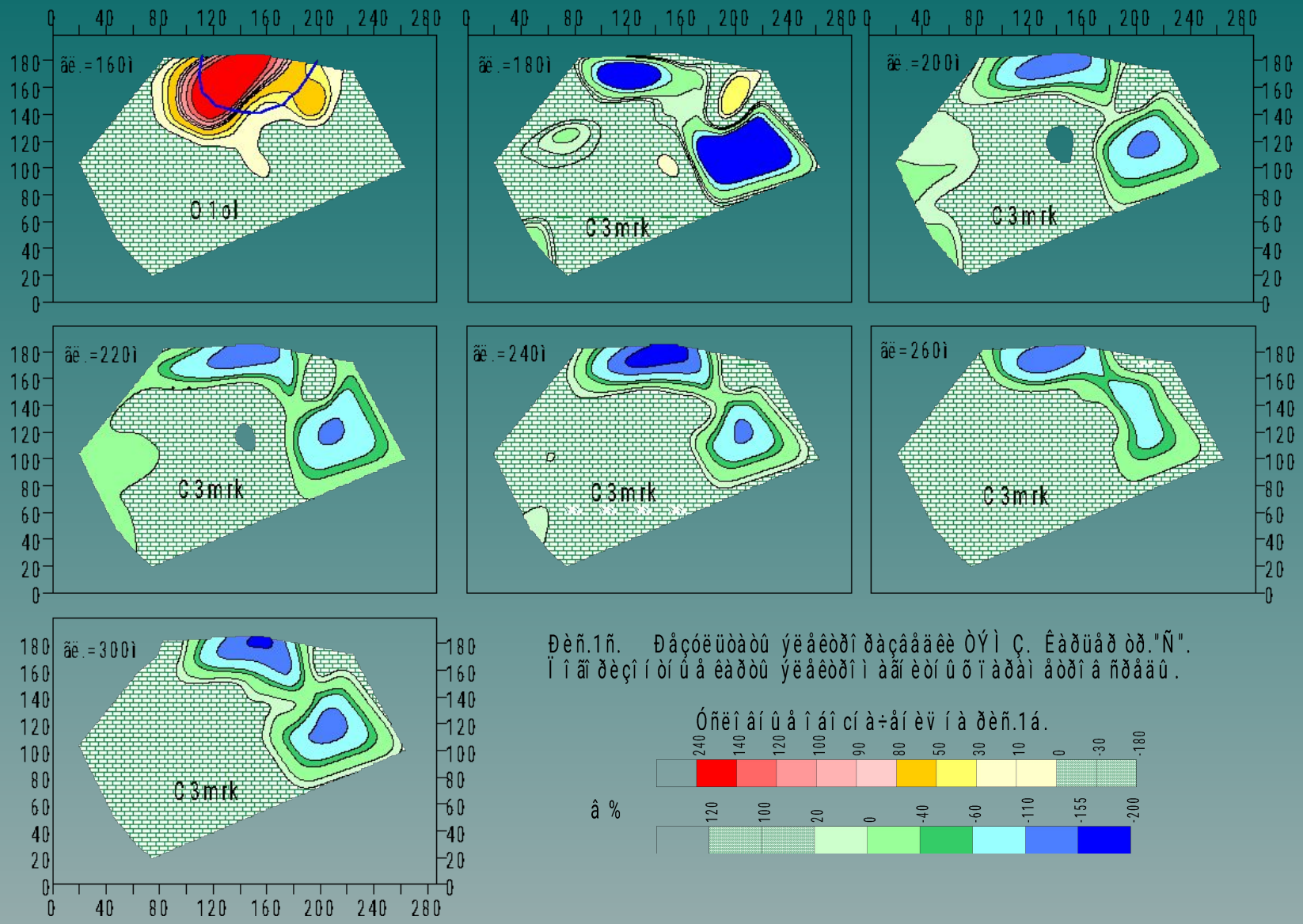
Óñëîâíûå îáîçíà÷åíèÿ;
- ðàçâåäî÷íûå ñêâàæèíû ðÿäîì ñ ïðîôèëåì ñúåìêè:
- èíòåðâàëû âñêðûòûõ êèìáåðëèòîâ:
- âìåùàþùèå ïîðîäû:
- ïðåäïîëàãàåìûå êîíòóðû òðóáêè ïî äàííûì ÒÝÌ Ç:
- òî÷êè çîíäèðîâàíèé (ÿíâàðü-ìàðò-1994 ã.)



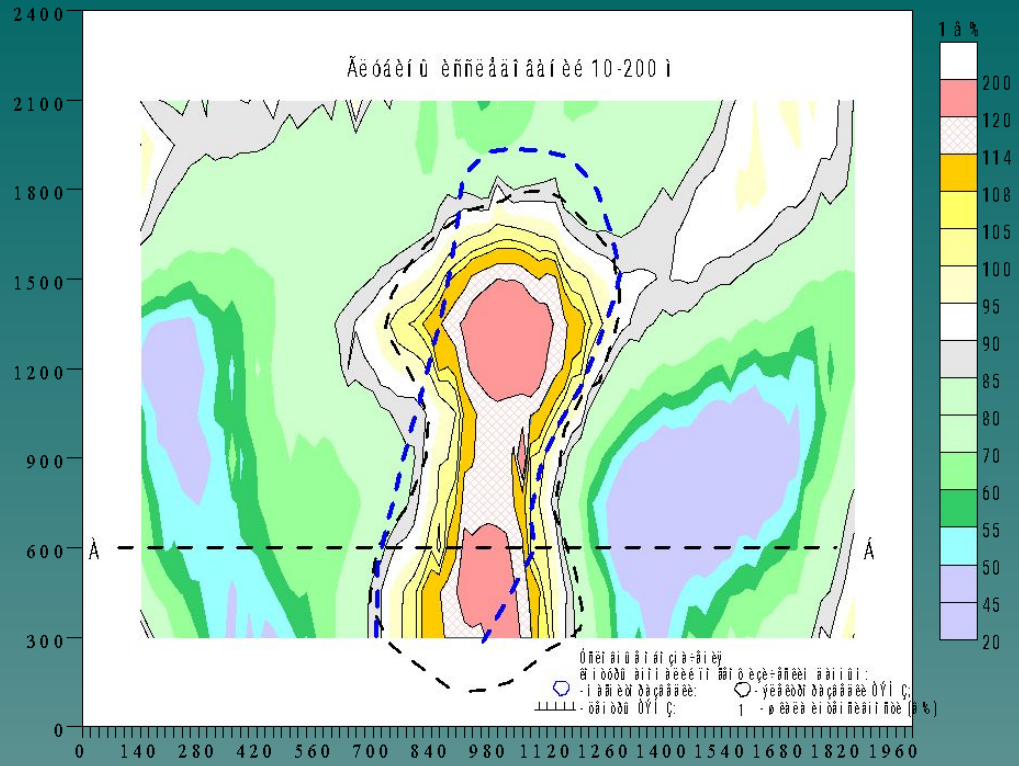

Ðèñ.1á. Ðåçóëüòàòû ýëåêòðîðàçâåäêè ÒÝÌ Ç. Êàðüåð òð."Ñ"
Ï î ãî ðèçî í òí û å êàðòû ýëåêòðî ì àãí èòí û õ ï àðàì åòðî â ñðåäû.

Óñëî âí û å î áî çí à÷åí èÿ:
- óñòàí î âëåí í ûå êî í òóðû òðóáêè í à ñðåçå ãë. - 0 ì ;
01ol - âì åù àþ ù èå ï î ðî âû:
- òî ÷êè çî í ä è ðî âàí è é (ÿí âàðü-ì àðò-1994 ã.):
1 - ø êàëà è í òåí ñèâî î ñòè ýëåêòðî ì àãí èòí û õ ï àðàì åòðî â ñðåäû.



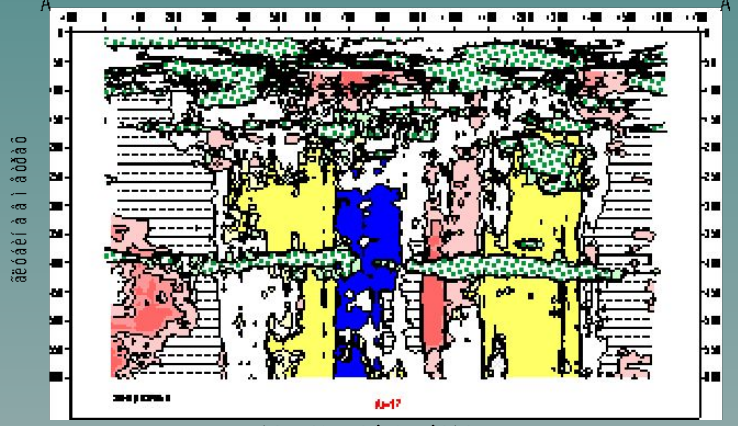

Ðèñ.1ñ. Ðåçóëüòàòû ýëåêòðîðàçâåäêè ÒÝÌ Ç. Êàðüåð òð."Ñ".
Ï î ãî ðèçî í òí ó å êàðòû ýëåêòðî ì àãí èòí ûõ ï àðàì åòðî â ñðåäû.

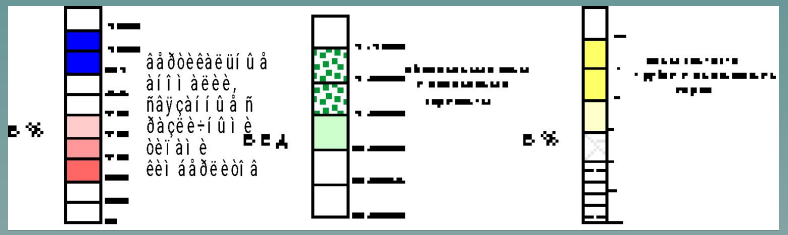
Óñëî âí ûå î áî cí à÷åí èÿ í à ðèñ.1á.




Б. На рис.2 показаны результаты ТЭМЗ по трубке "Ч« в Архангельской области.

По результатам съемки аппаратурой «КЛ-1» выделяется площадная аномалия, совпадающая с контурами трубки «Ч». Исследования аппаратурой «Цикл-Микро» позволили изучить внутреннее строение трубки в разрезе, выделить различные типы кимберлитов, определить глубины залегания обводненных горизонтов;

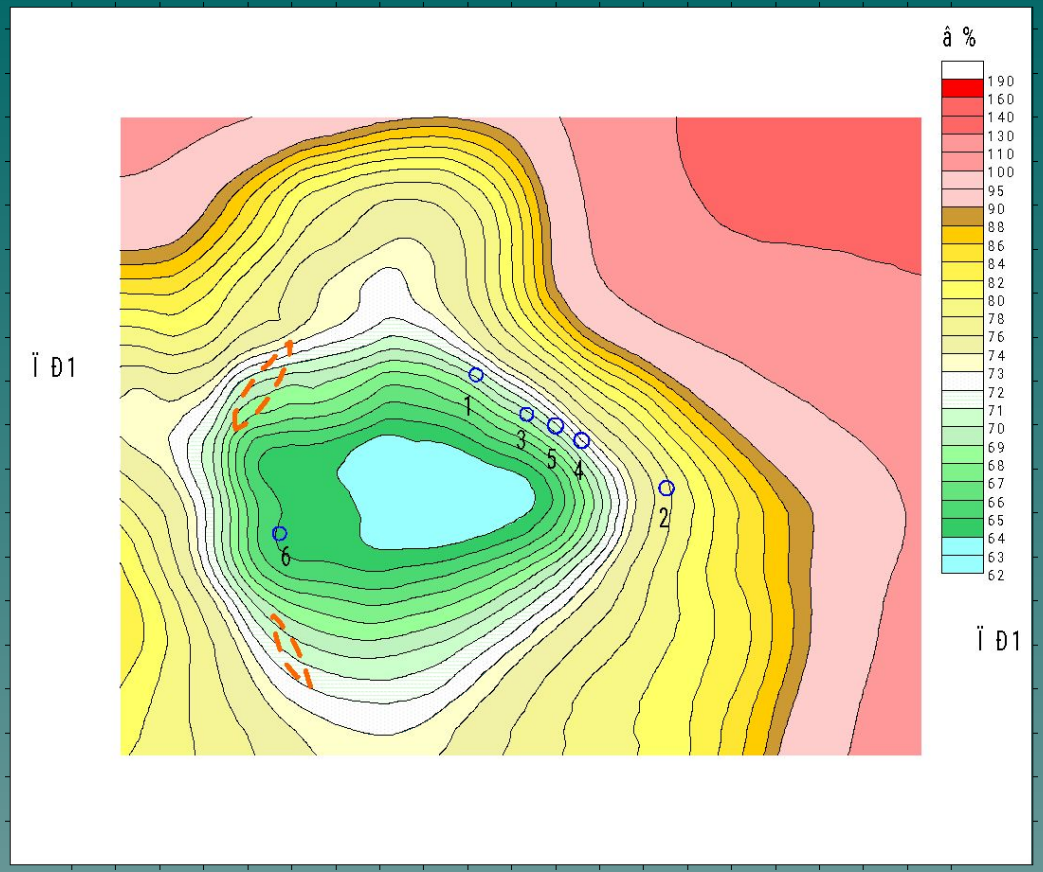


êîíòóðû òðóáêè
ïî äàííûì ÒÝÌÇ

ðàññòîÿíèå â ìåòðàõ

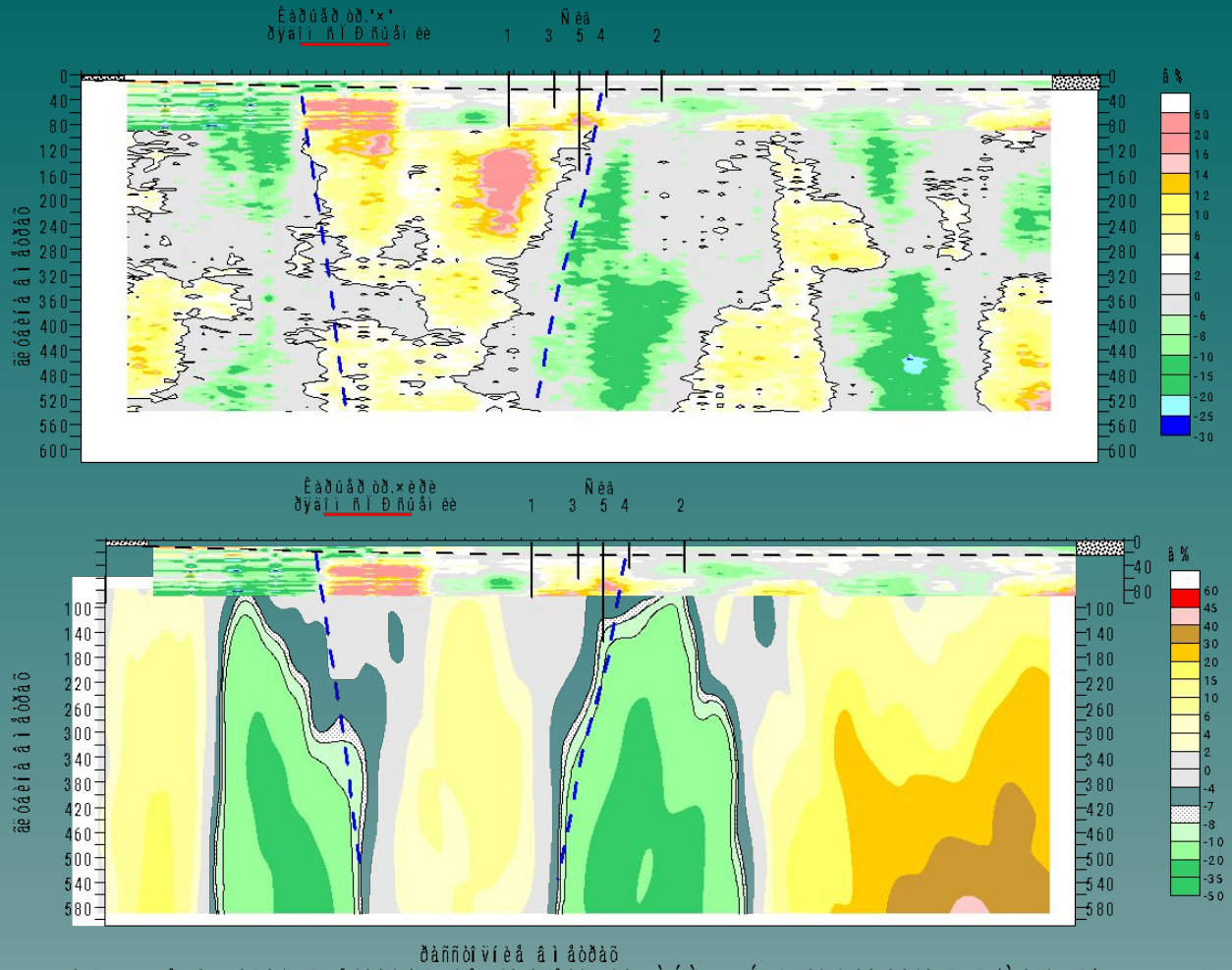
Ðèñ.2. Ðåçóëüòàòû ýëåêòðî ðàçâåäêè ì åòîäîì ÒÝÌ Ç.
Ó÷àñòîê òðóáêè "×" (Àðõàíãåëüñê) Ðîñíèý. 2000 ã
Êàðòà è âåðòèêàëüíûé ðàçðåç ýëåêòðîì àãíèòíûõ ïàðàì åòðîâ ñðåäû.
Àïïàðàòóðû "ÊÊ-1". "Öèêë-Ì èêðî". Ì àñø òàá 1-20000




Ðèñ. 3. Ðåçóëüòàòû ýëåêòðîðàçâåäêè ì åòîäîì ÒÝÌ Ç. Ó÷àñòîê òðóáêè "x" (Àíãîëà). 2000 ã.
Êàðòà ýëåêòðîì àãíèòíûõ àðàì åòðîâ ñðåäû.
Èíòåðâàë ãëóáèí èññëåäîâàíèé 60-600 ì. Àïïàðàòóðà "Öèêë-Ì èêðî"

Óñëîâíûå îáîçíà÷åíèÿ;
- öåíòðû ÒÝÌ Ç:
- êîíòóðû êàæóùåãîâ:
- ì åñòîïîëîæåíèå càâåðîí÷íûõ ñêâàæèí

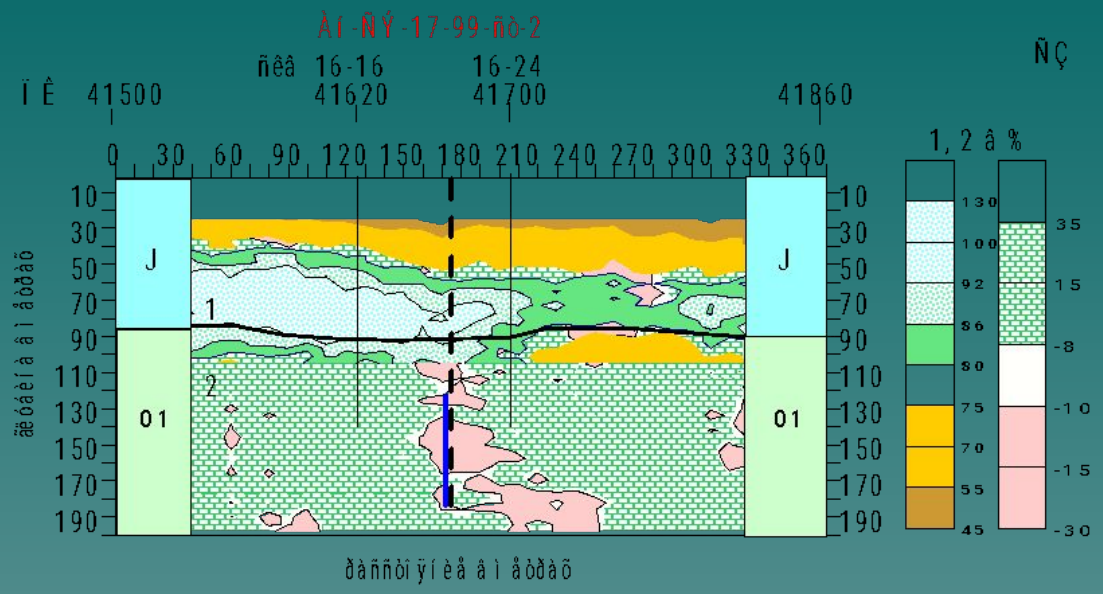
B. На рис.3 отображены результаты исследований на трубке "Ч" (Ангола, 2000 г.). По геофизическим данным более ранних работ (DeBeers и др., 1978) на изученной площади не было выделено перспективных кимберлитовых аномалий.
По данным ТЭМЗ выделена электромагнитная аномалия в центральной части площади, что означало открытие крупнейшей алмазоносной трубки в Африке.
В западной части этой аномалии расположены известные старательские карьеры. На основании данных геологического бурения скважин в пределах аномалии вскрыты кимберлитовые породы в интервале глубин 50-200 м.




Ðèñ.4. Ðåçóëüòàòû ýëåêòðîðàçâåäêè ìåòîäîì ÒÝÌ Ç. Ó÷àñòîê òðóáêè "×" (Àíãëà). 2000 ã.
Âåðòèêàëüíûå ðàçðåçû ýëåêòðîìàãíèòíûõ ïàðàì åòðîâ ñðåäû ïî ÌÐ-1
Àïïàðàòóðà "Öèêë-Ì èêðî"

Óñëîâíûå îáîçíà÷åíèÿ;
- ìåñòîïîëîæåíèå çàâåðøî ÷íûõ ñêâàæèí:
- óñòàíîâëåííûå ãåîëîãè÷åñêèå ãðàíèöû:
- öåíòðû ÒÝÌ Ç:
- ïðåäïîëàãàåìûå êîíòóðû òðóáêè
ïî äàííèì èíòåðïðåòàöèè ÒÝÌ Ç

На рис.4 приведены вертикальные геоэлектромагнитные разрезы, которые доказывают глубинную природу площадной электромагнитной аномалии (рис.3). Пространственные границы трубки определены по данным электроразведки ТЭМЗ. Она относится к одному из самых больших найденных месторождений алмазов в мире;



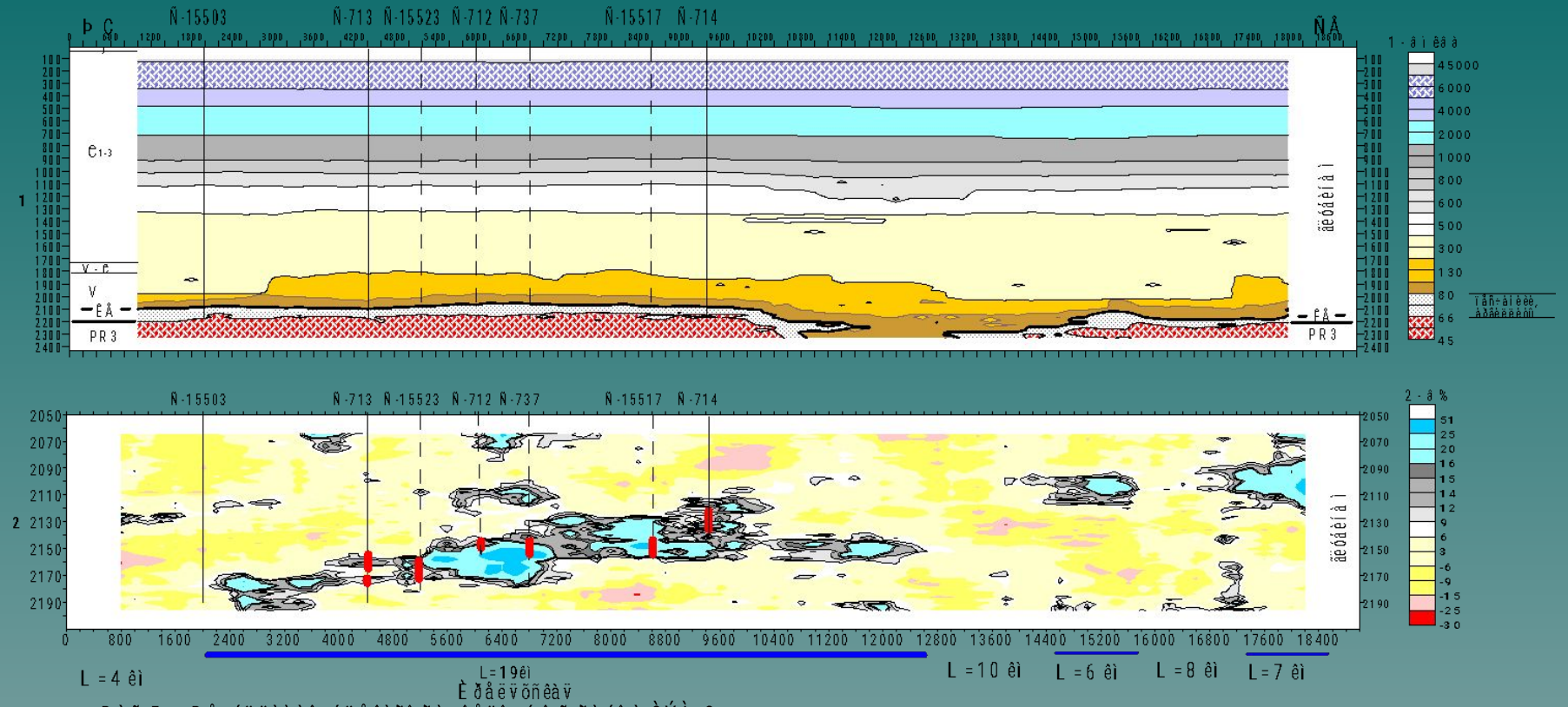

Ðèñ.04. Ðåçóëüòàòû ýëåêòðîðàçâåäêè ì åòîäîì ÒÝÌ Ç.Ï Ð--5.
Ó÷àñòîê êòð.Ì àðõèíñêàÿ
Åâðòèêàëüíûå ðàçðåçû ýëåêòðîì àãíèòíûõ ïàðàì åòðîâ ñðåäû
1 - âðåì åííûõ èçì åíåíèé íàâåäåííîãî ïîëÿ d(dv(t))-î -mod
2 - âðåì åííûõ èçì åíåíèé íàâåäåííîãî ïîëÿ d(dv(t)ïð)
Ø àãíàáë =10ì Áàçà îñðåäíåíèé âåðò.-28ì , ãî ð. - 10ì ,

24-24

Óñëîâíûå îáîçíà÷åíèÿ:
- ñêâàæèíû, íàõîäÿù èåñÿ íà ïðîôèëå ñúåìêè è èõ íîì åðà;
- ïîäîø âà ïåðåêðûâàþù èõ ïîðîä ïî äàííûì áóðåíèÿ;
- öåíòðû ÒÝÌ Ç;
- ì åñòîïîëîæåíèå ïðåäëàãàåìîé êçàâåðêå
áóðåíèåì ñêâàæèíû ÀÍ-ÑÝ-17-99 -ñò-2;
- èíòåðâàë ãëóáèí çàëåãàíèÿ êèì áåðëèòîâ,
óñòàíîâëåííûõ ïî äàííì çàâåðø÷îãî áóðåíèÿ (2000 ã)

Ïî ìàòåðèàëàì ÁÃÐÝ, ßÍÈÃÏ ÕÍÈÃÐÈ
Î áðàáîòêà "Ôåíèêñ". Àâòîð Å.Å.Ôèí÷óê
ô åâðàëü-äåêàáðü 1999 ã.

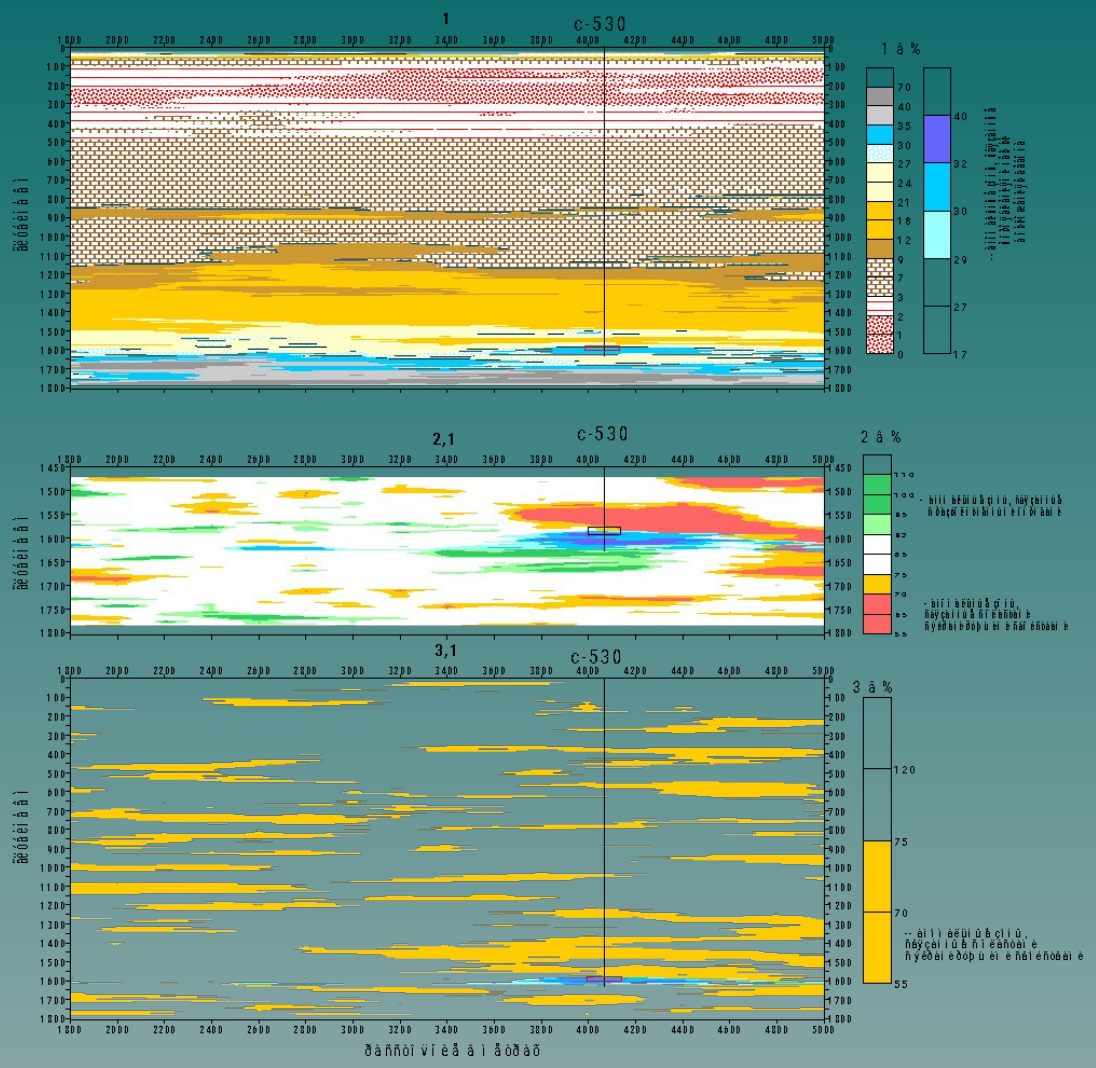
## 2. На 16-ти углеводородных месторождениях Украины, Татарии и Якутии при глубинах залегания залежей нефти и газа 1000-5400 м:




Ðèñ.5. Ðåçóëüòàòû ýëåêòðîðàçâåäî÷íûõ ðàáîò ÒÝÌ Ç.
È ðåëÿõñêîå ì åñòîðîæäåíèå óãëåâîäîðîäîâ, SSêóòèÿ (Ðîññèÿ) 1998 ã.
Âåðòèêàëüíûå ðàçðåçû ýëåêòðîì àãíèòíûõ ïàðàì åòðîâ ñðåäû.
Àïïàðàòóðà "Öèêë-Ì èêðî". Î áù àÿ äëèíà ïðîôèëÿ ñúåì êè = 54êì .

Óñëîâíûå îáîçíà÷åíèÿ;
- Ñ-714- ñêâàæèíû íà ïðîôèëå ñúåìêè:
- Ñ--737 ñêâàæèíû, íàõîäÿùèåñÿ ðÿäîì ñ ïðîôèëåì ñúåìêè (äî 500ì ):
- èçîóäåâàëû ãëóáèí ñóñòàíîâëåíîûì è èçîóëÿñèâîûì è íåò òàêîãî ÿäåíèÿì è:
- öåíòðû ÒÝÌ Ç:
1,2 - øêàëà èçîëåñèâîñòè ïàðàì åòðà ÈÍÏ (âïðîöåíòàõ):
ÊÂ - ïîêàæåíèå îòðàæàþùåãî ãðàíèöû "ÊÂ"
- ïðîñòðàíñòâåííûå ãðàíèöûïîëæèòåëüíûõ ñòðóêòóð, óñòàíîâëåííûõ ïî äàííûì ñåéñìîðàçâåäêè Ì ÎÃÔ

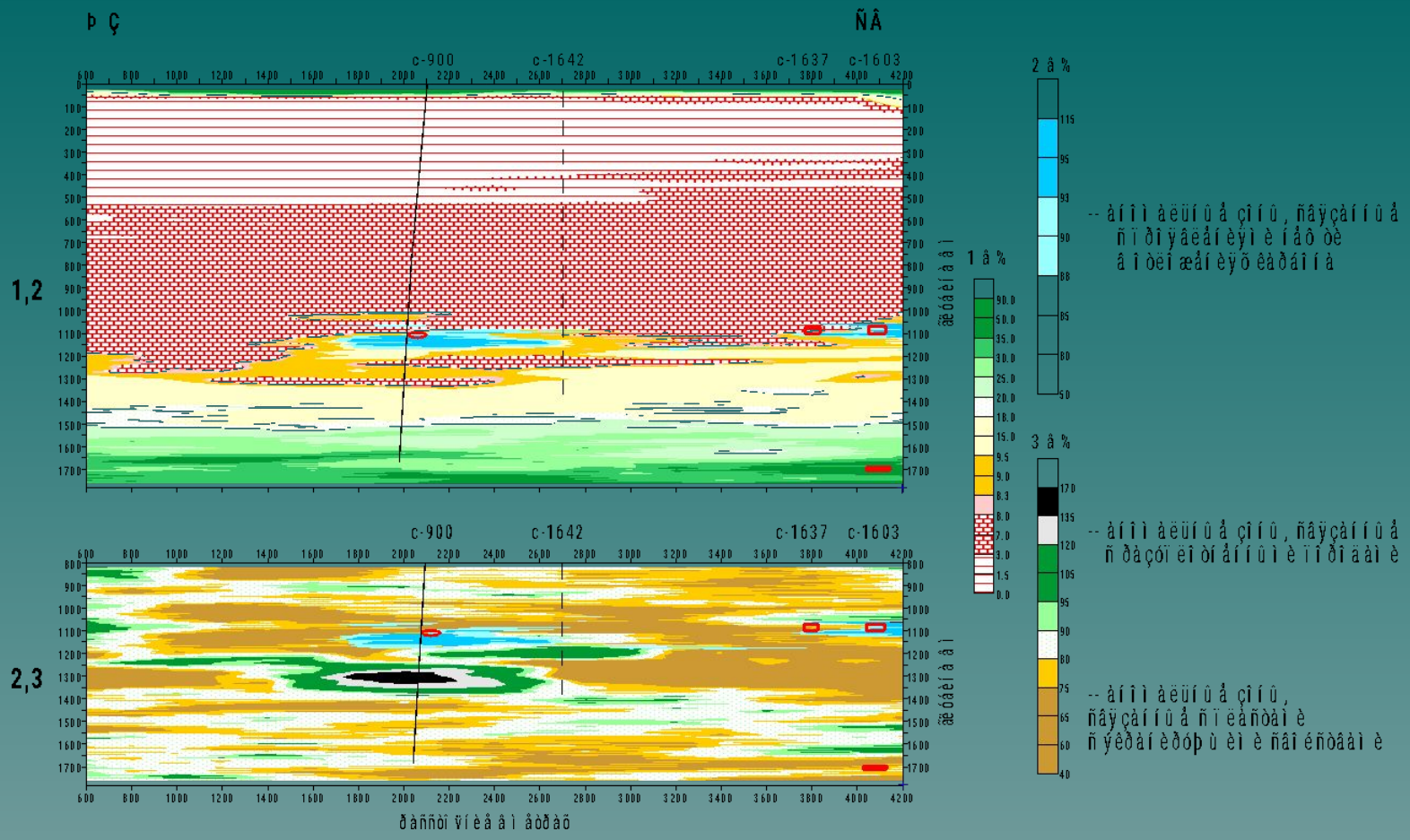
А. На рис.5.1, рис.5.2 представлены результаты ТЭМЗ на Ирелляхском месторождении углеводородов в Якутии (1998 г.). Пластовая электромагнитная аномалия (ПК2400-10000, глубины исследований 2110-2170 м – рис.5.2) совпадает с положением нефтяной залежи, установленной по данным бурения семи скважин.




АКТ ИСПЫТАНИЙ результатов электроразведки ТЭМЗ, которые были проведены до бурения скважин, приведен ниже.

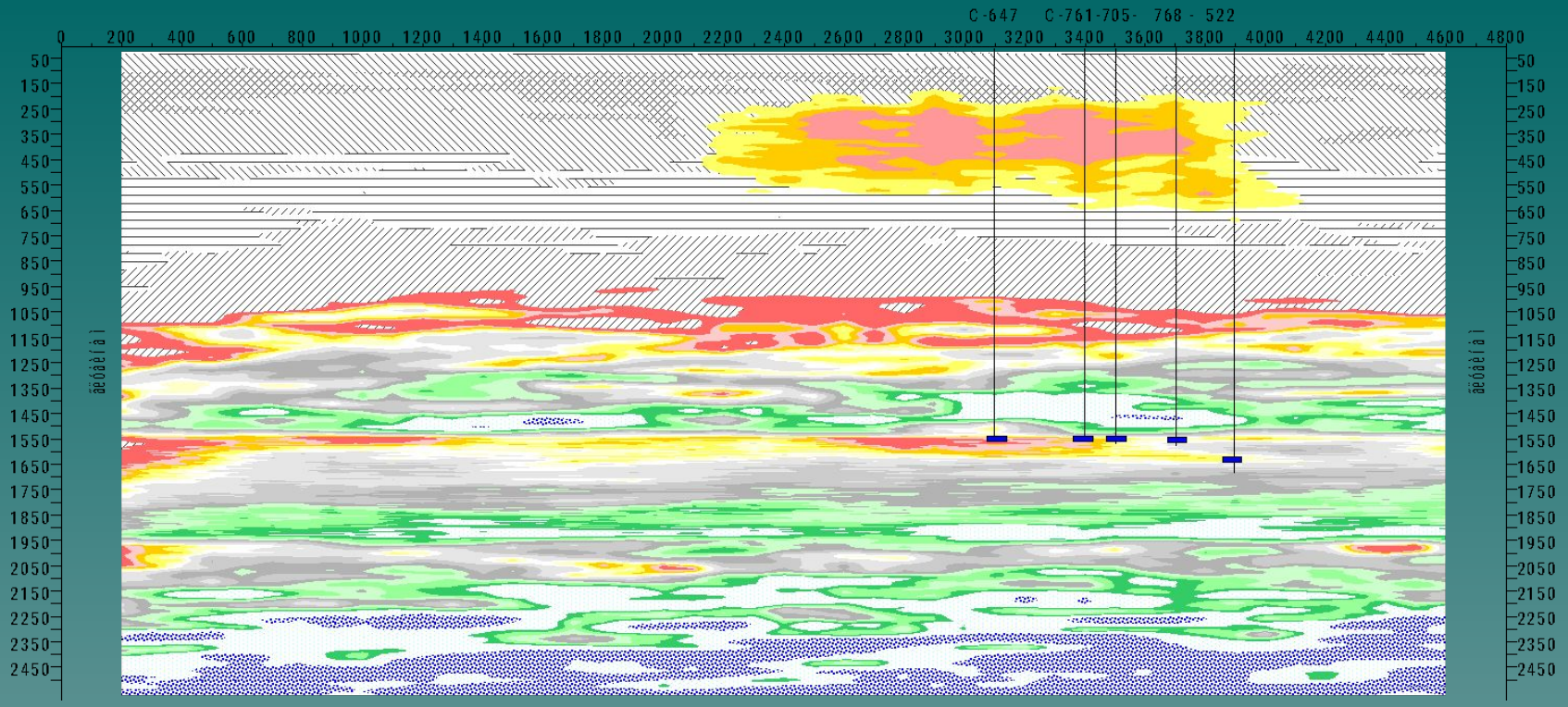
На рис.10 показаны результаты электрометрических исследований в районе скв.-530 (Татарстан). Аномальный пласт разуплотненных пород, насыщенных нефтью, выявлен в пределах ПК3800-4400 в интервале глубин 580-1620 м (синий цвет заливки). На глубинах 1530-1570 м отмечена электрометрическая аномалия, характеризующая низкую дисперсию изменений электромагнитных свойств пород, экранирующих месторождение нефти (красный, желтый цвет заливки).

Ðèñ.10. Ðåçóëüòàòû ýëåêòðî ðàçâåäêè ÒÝÌ Ç.Ï ëî ù àäü ñêâ.530.
Âåðòèêàëüíû å ðàçðåçû ýëåêòðî ì àãí èòí û õ ï àðàì åòðî â ñðåäû ïî Ï Ð2.

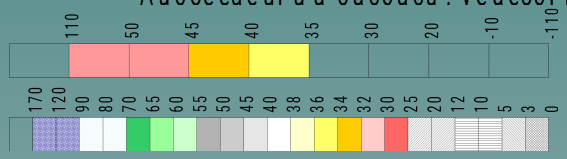



Ðèñ.11. Ðåçóëüòàòû ýëåêòðîðàçâåäêè ÒÝÌ Ç. Ïëîùàäü ñêâ.900. Âåðòèêàëüíûå ðàçðåçû ýëåêòðîì àãíèòíûõ ïàðàì åòðîâ ñðåäû ïî Ð1.

На рис.11 показаны результаты электрометрических исследований ТЭМЗ в районе скв.-900 (Татарстан). Аномальный пласт разуплотненных пород насыщенных нефтью, выявлен в пределах ПК1600-2600 в интервале глубин 1090-1140 м (синий цвет заливки). На глубинах 980-1070 м отмечена электрометрическая аномалия, характеризующая низкую дисперсию изменений электромагнитных свойств пород, экранирующих месторождение нефти (желтый цвет заливки);




Ðèñ.6. Ðåçóëüòàòû ýëåêòðîðàçâåäêè ÒÝÌ Ç. Ì åñòî ðî æäåíèå í åô òè, Òàòàðñòàí (Ðî ññèÿ), 2000 ã.
Âåðòèêàëüíû å ðàcðåcû: ívëåêòðî ì àãí èòí ûõ ï àðàì åòðî â ñðåäû. Àï ï àðàòóðà "Öèêë-Ì èêðî"




Óñëî âíû å î áî çí à÷åí èÿ
- Ñ - 64 - ñêâàæèíû ðÿäîì ñ ïðî ô èëåì ñúåì êè è èõ íî ì åðà:
- èí òåðâàëû ãëóáèí ñóñòàí î âëåí íû ì è í åô òåï ðî ÿâëåí èÿì è:
- öåí òðû ÒÝÌ Ç:
1.2 - ø êàëû èí òåí ñèâí î ñòè â %

Б. На рис.6 приведены результаты работ ТЭМЗ на нефтяном месторождении в Татарии.
Местоположение пластовой электромагнитной аномалии совпадает с положением нефтяной залежи (интервал глубин 1520-1650 м). Над известным месторождением в верхней части разреза перекрывающих пород отмечается аномалия электромагнитного поля (интервал глубин 200-600 м). Границы аномалии определяют профильные контуры месторождения.

# 3. Исследования ТЭМЗ в Западной Сибири. 2007 г.

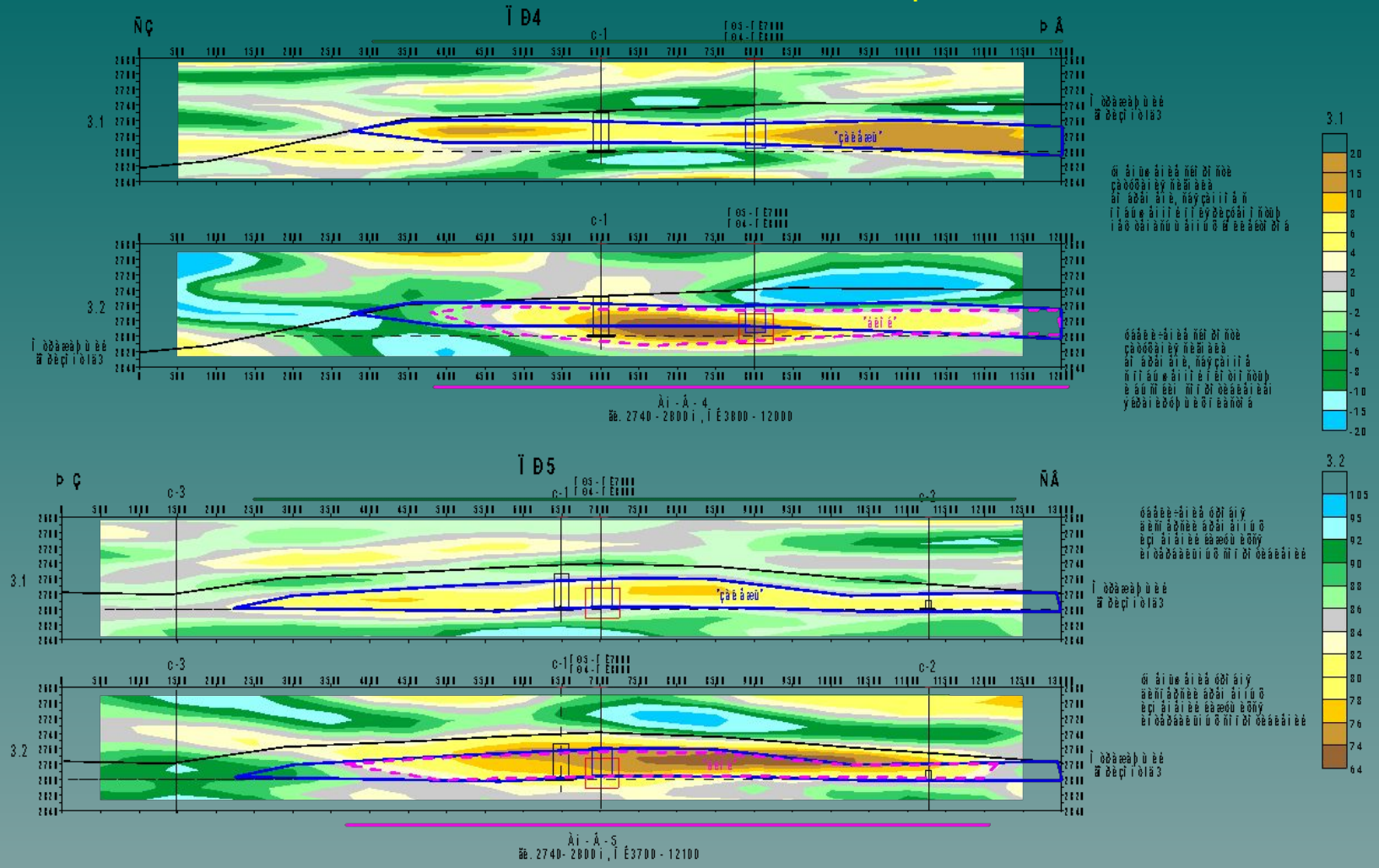



Рис.7. Результаты электроразведки ТЭМЗ. Ванкорский и Северо-Ванкорский лицензионные участки. Вертикальные разрезы электромагнитных параметров: 3.1 - ndfio, 3.2modndrp по ПР4, ПР5.

Наземные измерения с аппаратурой «Цикл-Микро».

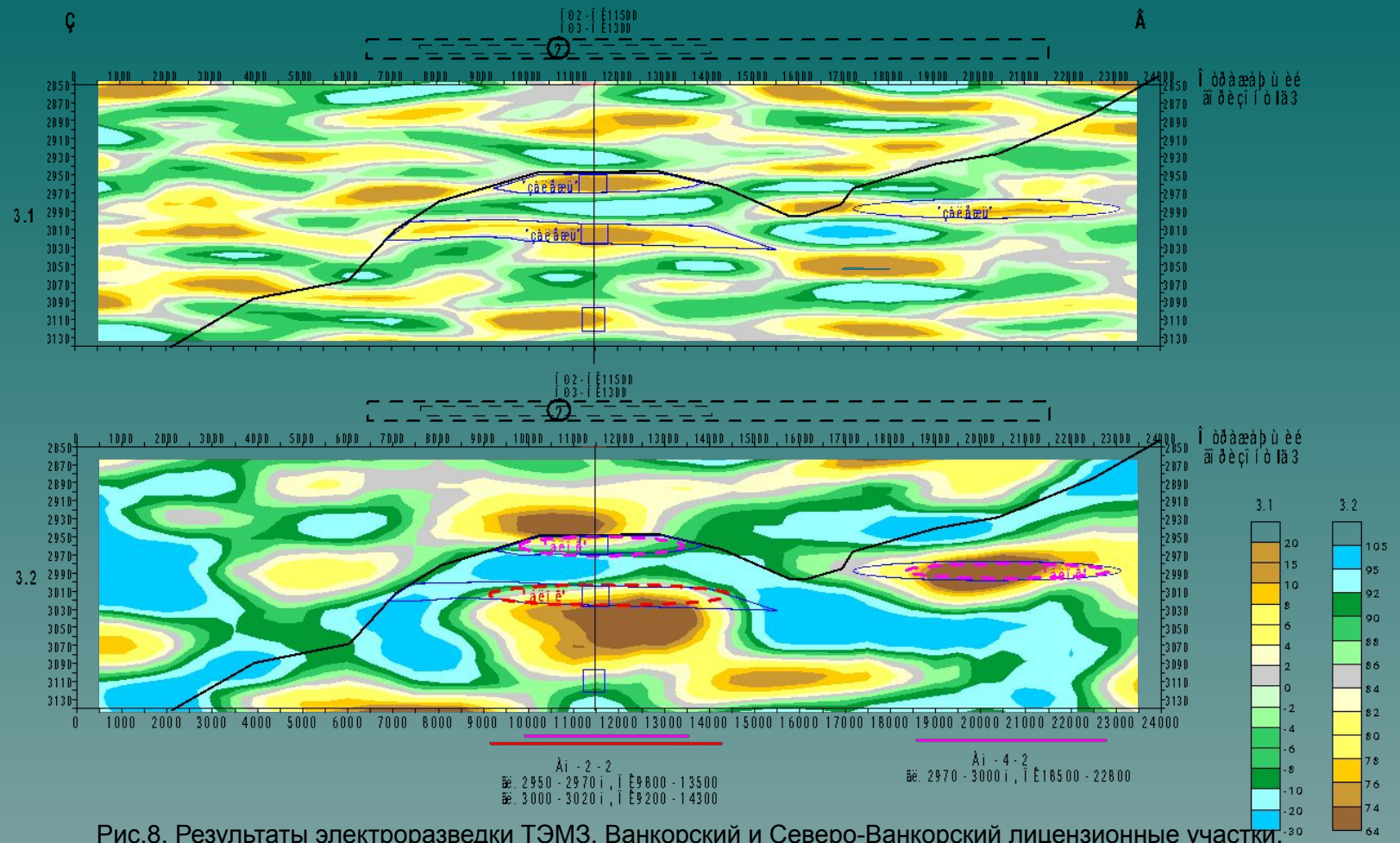
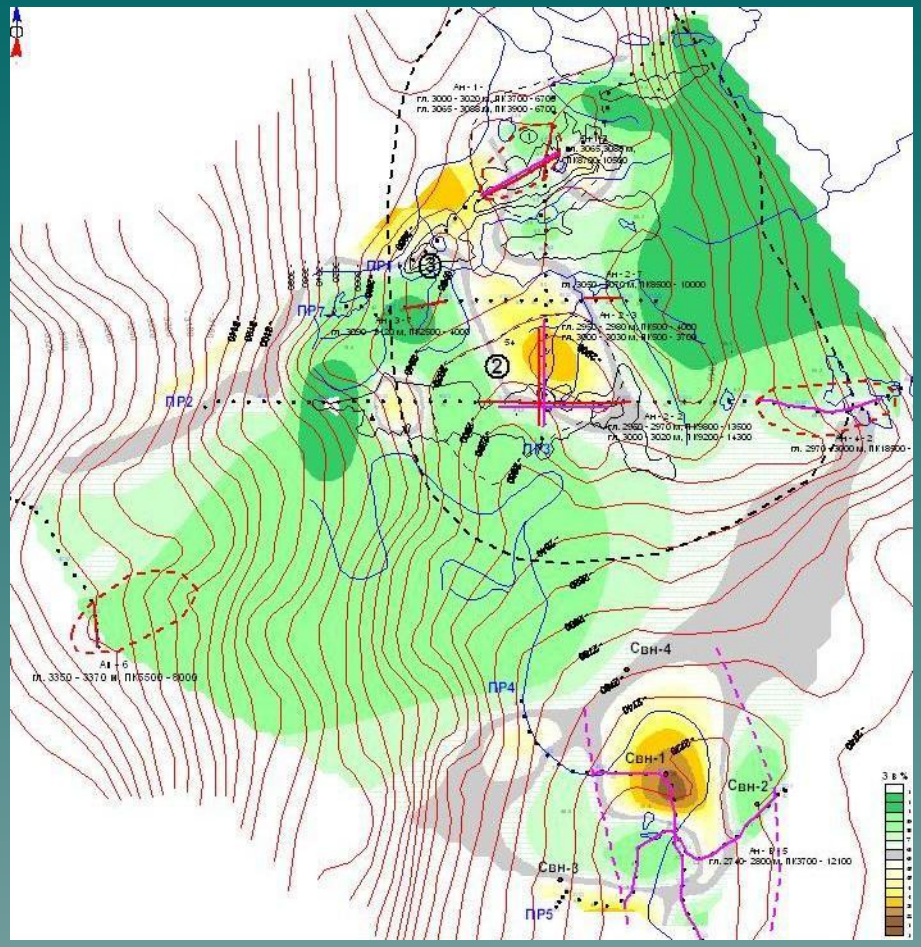
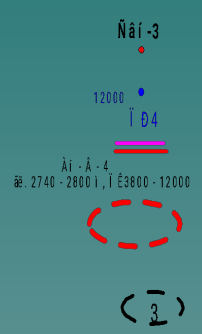



Рис.8. Результаты электроразведки ТЭМЗ. Ванкорский и Северо-Ванкорский лицензионные участки.

Вертикальные разрезы электромагнитных параметров: 3.1 - ndfio, 3.2modndrp по ПР2.

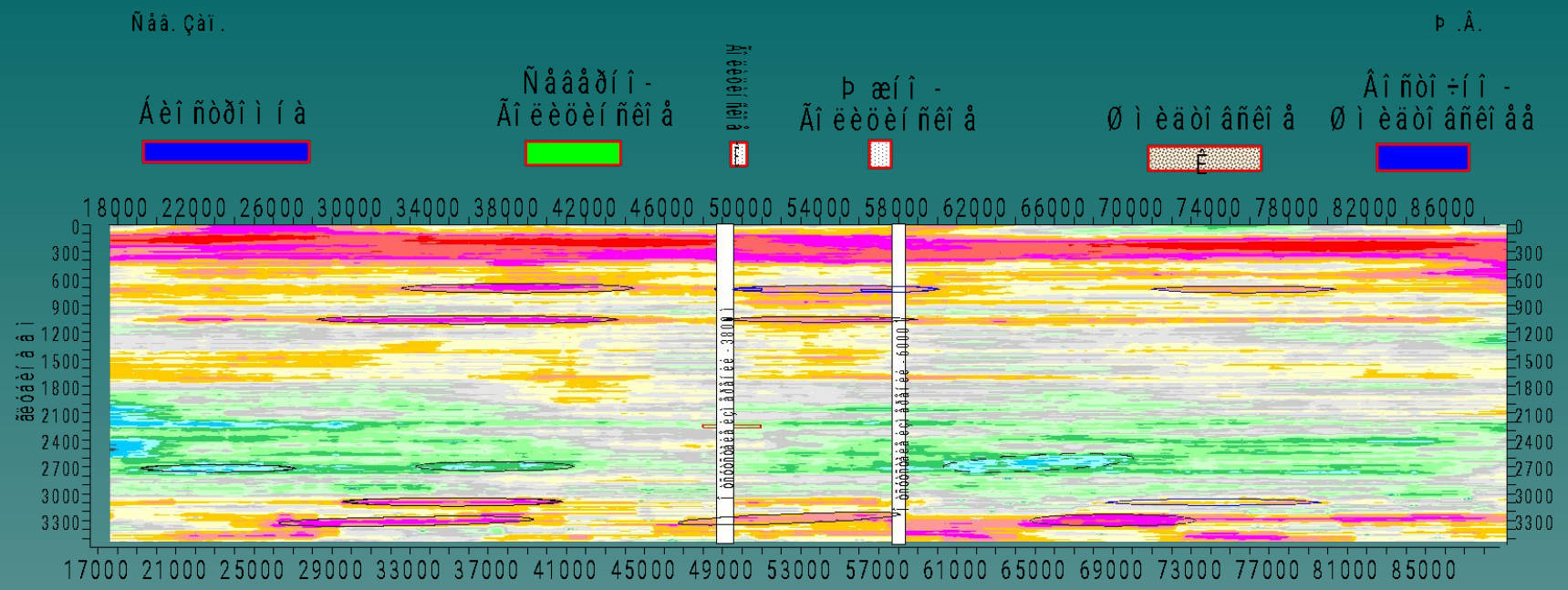
Наземные измерения с аппаратурой «Цикл-Микро».




Óñëîâíûå îáîçíà÷åíèÿ:
- ñêâàæèíû è èõ íîìåðà;
- íîìåð ïèêåòà ÒÝÌ Çè èçìåðåíèé ôîíîâîãî èçëó÷åíèÿ;
- íîìåðà ïðîôèëåé;
- ìåñòîïîëîæåíèÿ ýëåêòðîìàãíèòíûõ àíîìàëèé, íîìåð è ãëóáèíû çàëåãàíèÿ;
- ïðåäïîëàãàåìûå êîíòóðû íîâûõ ìåñòîðîæäåíèé ïî äàííûì êîìïëåêñíîé èíòåðïðåòàöèè ãåîôèçè÷åñêèõ äàííûõ;
- êîíòóðû ñòðóêòóðíûõ àíîìàëèé

Рис. 9. Результаты комплексных геофизических исследований на Ванкорском и Северо-Ванкорском лицензионных участках:
1. Данные сейсморазведки МОГТ (структурная карта по отражающему горизонту Iд3);
2. Результаты интерпретации вертикальных разрезов электроразведки ТЭМЗ;
3. Карта результатов исследований фонового излучения.



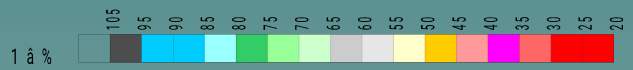
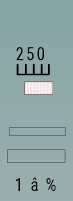



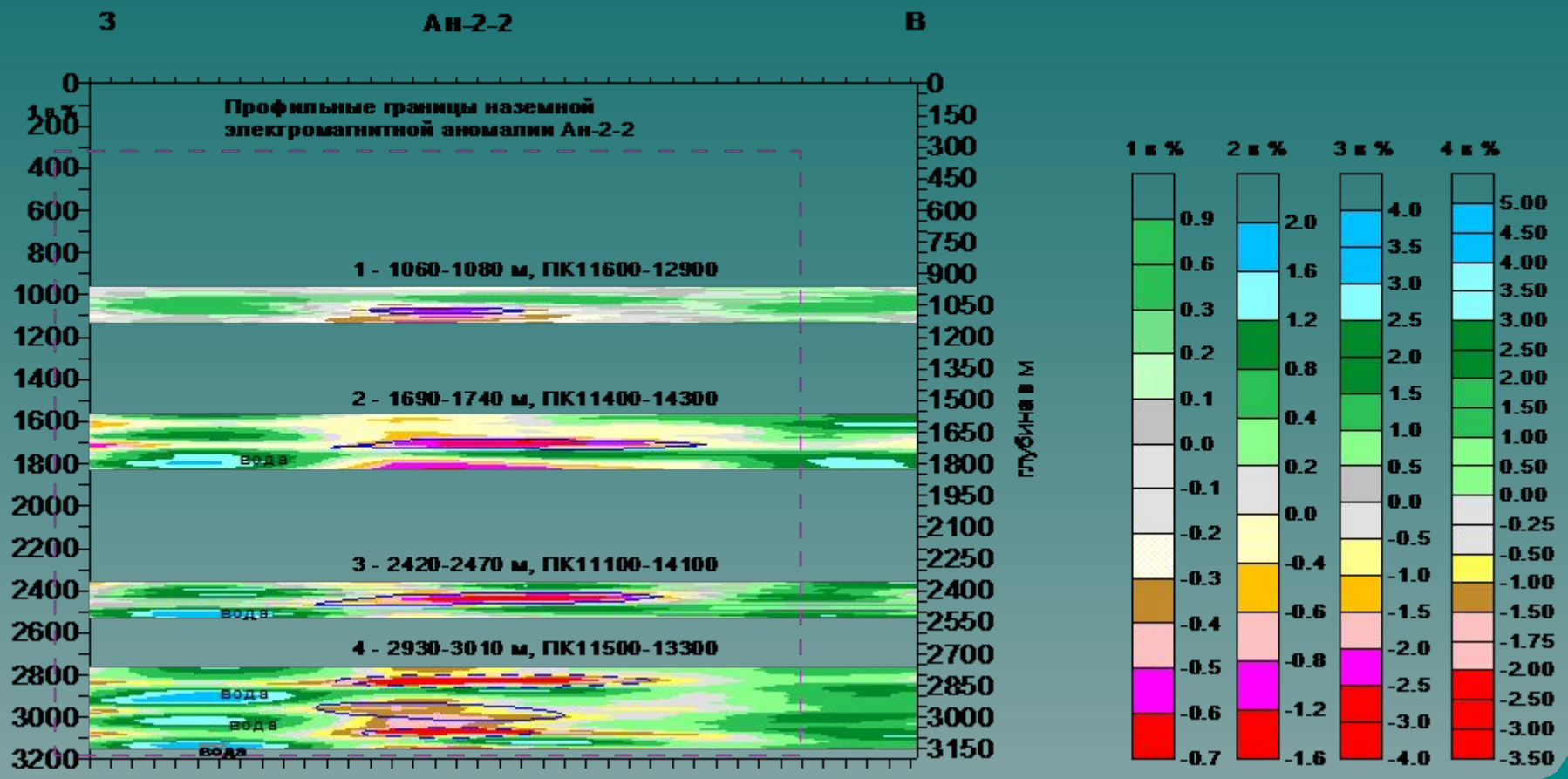

Рис. 10 Результаты электроразведки ТЭМЗ. Акватория Черного моря.
Вертикальный разрез электрометрических параметров среды (mnfip) по ПР1.
Масштаб: гор. 1:500000, верт. 1:100000

Выделенные на глубинах 650-750 м, 1000 – 1100 м, 3050 - 3100 м, 3300 – 3400 м пластовые электромагнитные аномалии могут быть связаны с проявлениями углеводородов. На это указывает наличие месторождений нефти в пределах Голицинской и Южно-Голицинской структур (ПК49000-60000, гл. 650 – 750 м), а также Шмидтовской структуры - (ПК73000 – 79000, гл. 650-750 м). Наиболее интенсивные пластовые аномалии выявлены в пределах Северно-Голицинской структуры на глубинах 650 – 750 м, 1000 – 1100 м, 3050 – 3150 м. По мнению автора, структура Биостромна (в пределах площади ПР1) не представляет поискового интереса.

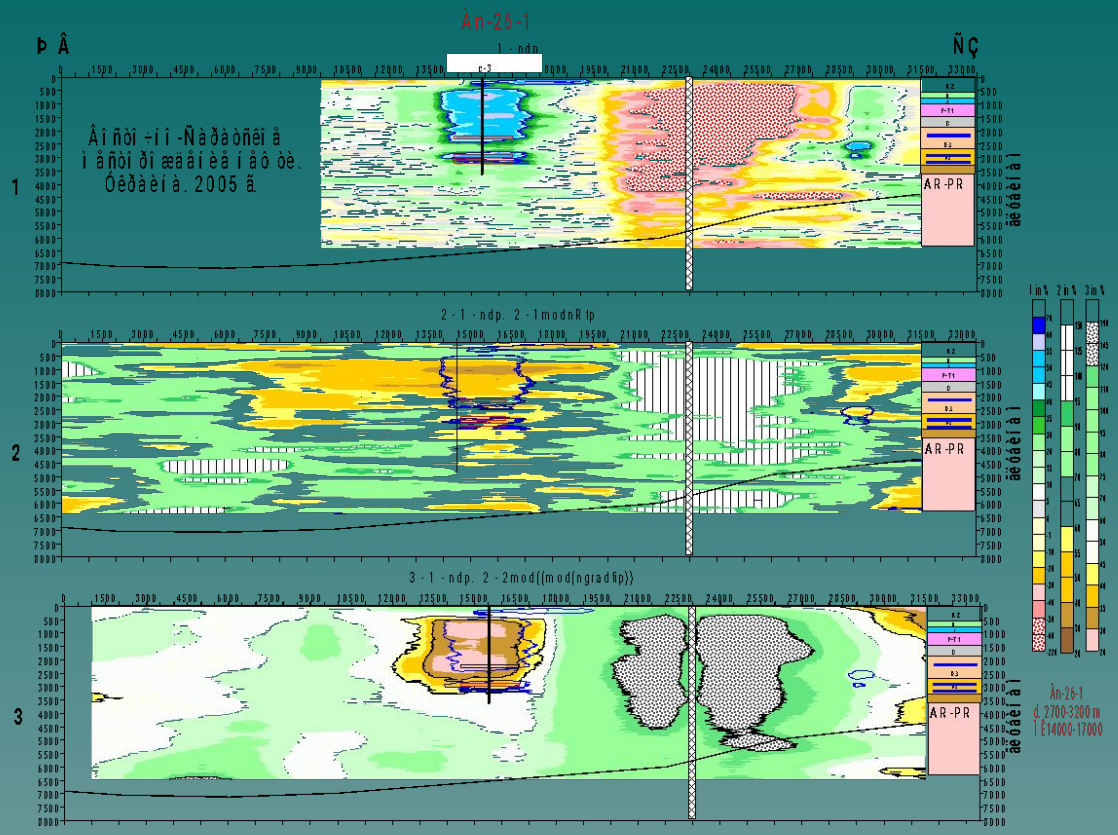



Óñëî âíû å áî çí à÷åí èÿ
- öåíòðû ÒÝÌ Çí à ï îô ³ëå èññëåäî âàí èé è èõ ÏÊ;
- ï ðî ô èëüíû å ïî ëî æåí èå ì åñòî ðî æäåí èé óãëåâî äî ðî â;
- èí òåðâàëû ïèàñòî âû õ ýëåêòðî ì àãí èòí ûõ àí îì àëèé:
- ñâÿçàí íû å ñ èçâåñòí ûì è ïðî ÿâëåí èÿì è íåô òè è ãàçà;
- ñâÿçàí íû å ñ âî çí î æí ûì è ì åñòî ðî æäåí èÿì è (ïî äàí íû ÒÝÌ Ç);
- ø êàëà èí òåí ñèâí î ñòè ýë. ï àðàì åòðî â â %

Результаты аэроэлектроразведки ТЭМЗ.
Северо-Ванкорский лицензионный участок.
Вертикальный разрез электромагнитных параметров среды по ПР28




На рис. приведен вертикальный разрез по ПР28, который пространственно совпадает с ПР2 (рис. 16). Пластовые электромагнитные аномалии, выделенные по результатам наземной и аэросъемок совпадают



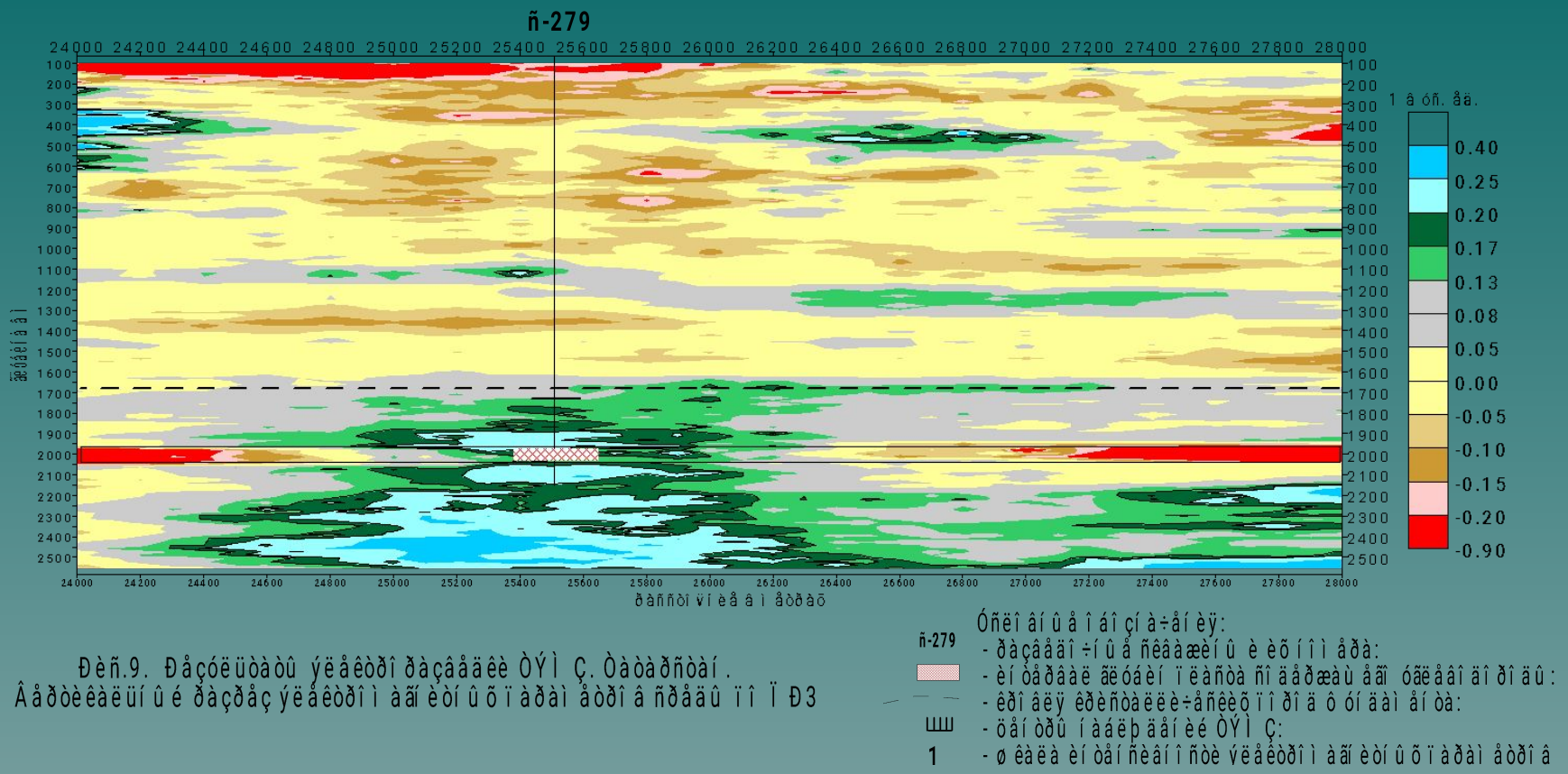

ðàññòîÿíèå â ìåòðàõ

Èñ.7. Ðåçóëüòàòû ýëåêòðîðàçâåäêè ÒÝÌ Ç. Ì åñòîðîæäåíèå íåôòè. Óêðàèíà 2005 ã.
Âåðòèêàëüíûå ðàçðåçû ýëåêòðîìàãíèòíûõ ïðàâî åòðîâ ñðåäû ïî Ï Ð26.
Ì àñø òàá 1-200000

Óñëîâíûå îáîçíà÷åíèÿ:
- Ñ-8 - ñêâàæèíà ðÿäîì ñ ïðîôèëåì ñúåìêè;
- èíòåðâàëû ãëóáèí ñóñòàíîâëåíîíûì èíôîðìàöèîííîãî ïîäõîäà;
- öåíòðû ÒÝÌ Ç;
1.2.3 - øêàëû èíòåíñèâíîñòè â %

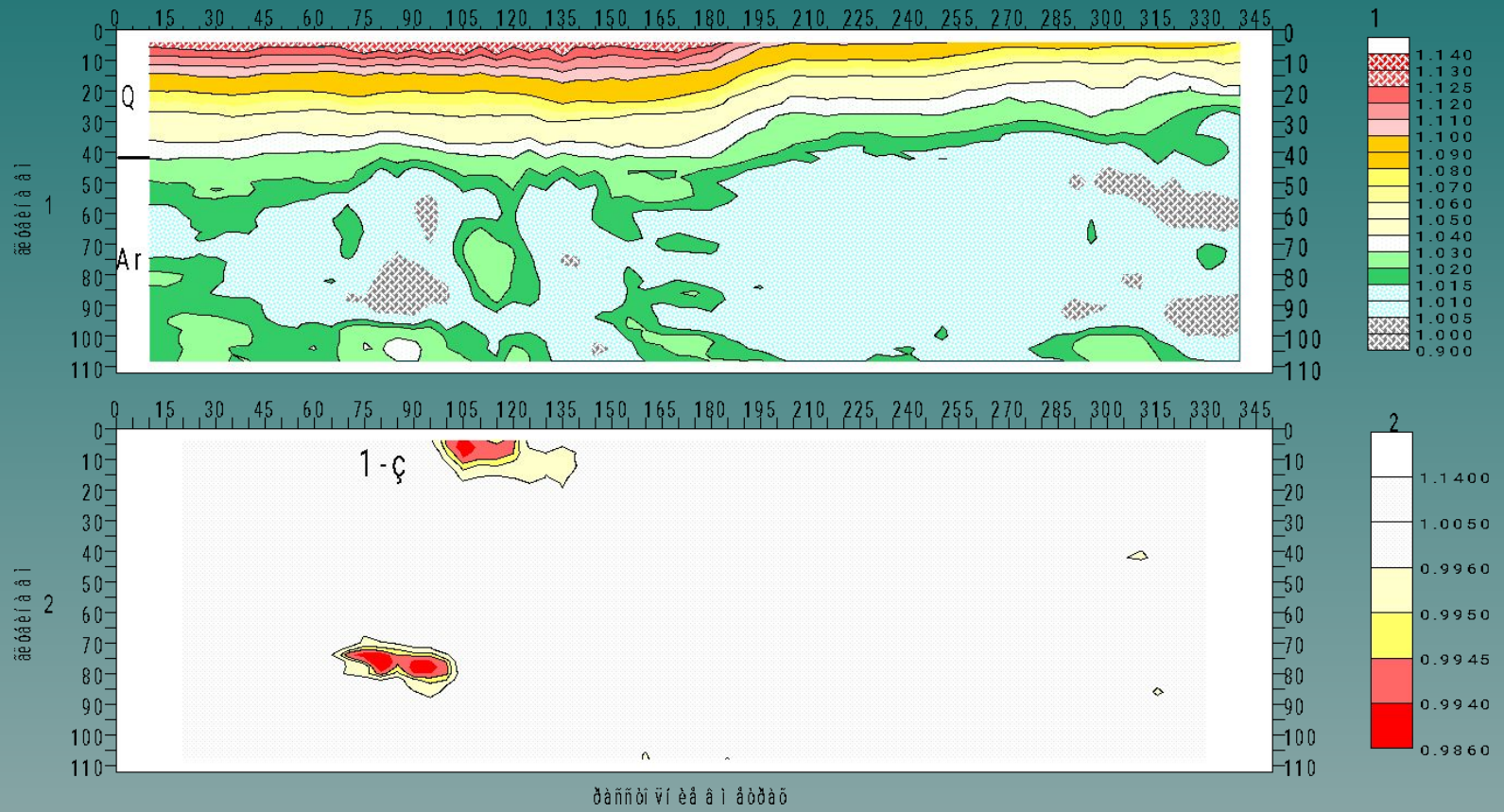
В. На рис.7 показаны результаты работ ТЭМЗ на месторождении нефти в Украине (2005 г.). Местоположение пластовой электромагнитной аномалии совпадает с положением нефтяной залежи (рис. 7.1, ПК 14000-17000, пластовая аномалия - интервал глубин 2900-3200 м, синий цвет). Над месторождением нефти в верхней части разреза перекрывающих пород отмечаются пластовые аномалии электромагнитного поля (рис.7.2, рис.7.3 интервал глубин 0-2000 м). Эти аномалии характеризуют низкую дисперсию изменений электромагнитных свойств пород, экранирующих месторождение (красный цвет). Аномалии повышенных значений дисперсии отмечены в пределах зоны разлома (ПК 21000-26000, серый цвет);

## 5. Электроразведка методом ТЭМЗ использовалась при поиске пластов с коллекторскими свойствами в породах кристаллического фундамента.




На рис.9 показан вертикальный разрез в районе скважины с-279. По данным электрометрических исследований в интервале глубин 1970-2050 м, выполненных перед бурением скважины, выделена пластовая аномалия пониженных значений электромагнитных параметров (красный, желтый цвет заливки), которая характерна для разуплотненных пластов-коллекторов. До начала бурения не было геологической информации об этой части разрез (поисковые скважины углубляются до 50 м в породы кристаллического фундамента). Последующее бурение подтвердило наличие трещиноватых разуплотненных пород в указанном по данным ТЭМЗ интервале. Плотность вмещающих аномалию пород равна 3,1-3.,2 г/см3. Плотность пород пластовой аномалии равна 2,6 г/см3 .
Породы насыщены углеводородами;

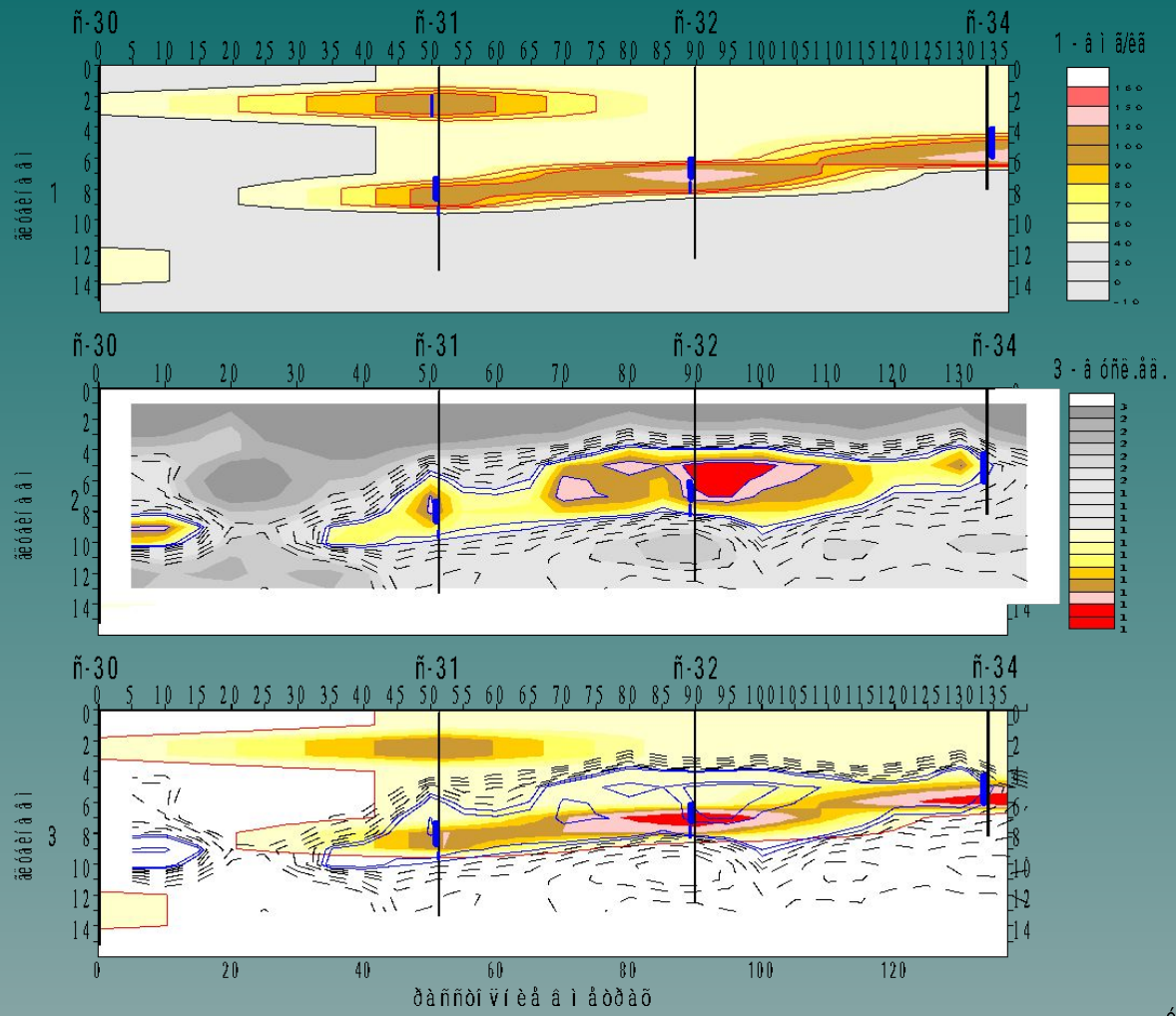
6. Метод применяется при решении инженерно-геологических и экологических задач на 7-ми гидротехнических и 5-ти инженерных сооружениях (глубина зондирований недр 0-100 м). На рис.12 приведены результаты инженерных изысканий в г. Житомир, где выявлены и оконтурены участки развития обводненных зон, представлявших опасность для состояния капитальных сооружений;




Ðèñ.12. Èññëåäîâàíèÿ ñîñòîÿíèÿ çäàíèé.
Ðåçóëüòàòû îïûòíî-ìåòîäè÷åñêèõ ýëåêòðîðàçâåäî÷íûõ ðàáîò ÒÝÌ Ç.
Âåðòèêàëüíûå ðàçðåçû ýëåêòðîì àãíèòíûõ ïàðàì åòðîâ ñðåäàû.
Ïðîôèëü âäîëü æèëîãî äîìà ïî óë..Êëî ñîâêîãî-8 (ã.Æèòîìèð).
Àïïàðàòóðà "Öèêë-Ì èêðî". Óêðàèíà. 1997 ã.

Óñëîâíûå îáîçíà÷åíèÿ:
- öåíòðû ÒÝÌ Ç;
1,2 - ø êàëû ýëåêòðîì àãíèòíûõ ïàðàì åòðîâ ñðåäàû â â óñë.åä.:
1-c - àíîì àëèÿ, ñâÿçàííàÿ ñ îáâîäíåííûì è çîíàì è

# Электромагнитные исследования ТЭМЗ использованы при выявлении и прослеживании в пространстве участков утечек нефтепродуктов с мест их хранилищ:




Ðèñ. 13 Ðåçóëüòàòû ýëåêòðîðàçâåäêè ÒÝÌ Ç. Ó÷àñòîê "Ï î ëèãî í". Ï Ð2;
1 - ðàçðåç èí òåí ñèâî ñòåé çàãðÿçí åí èé ïî äàí íû ñêâàæèí;
2 - ðàçðåç ýëåêòðî ì àãí èòí ûõ ïàðàì åòðî â ñðåäû;
3 - ðåçóëüòèðóþ ù èé ðàçðåç
Àïï àðàòóðà "Öèêë-Ì èêðî". ã. Êèåâ. Óêðàèí à. 2003 ã.

А. На участке «Полигон» в г. Киеве (рис.13.1.) на профиле наблюдений с-30, с-31, с-32, с-34 в геологическом разрезе выявлены пласты растекания нефтепродуктов (в интервале глубин 1-3 м, ПК30-75, 4-6 м – 8-10 м, ПК40-135 - желтая заливка).

На рис.13.2 по данным электроразведки выделяется пластовая электромагнитная аномалия в интервале глубин 4-10 м, ПК35-135 (желтая, красная заливка).

Результаты испытаний геологических скважин и данные ТЭМЗ пространственно совпадают;

Óñëî âí ûå î áî çí à÷åí èÿ:
c-31 - í àáëþ äàòåëüí ûå ñêâàæèí ûõ è èõ í î ì åðà;
- ï ðî ÿâëåí èÿ èí òåí ñèâí ûõ çî í
çàãðÿçí åí èé ïî äàí íû ì áóðåí èÿ
- öåí òðû ÒÝÌ Ç
1,3,4 - ø êàëû èí òåí ñèâí î ñòåé
ýëåêòðî ì àãí èòí ûõ ïàðàì åòðî â

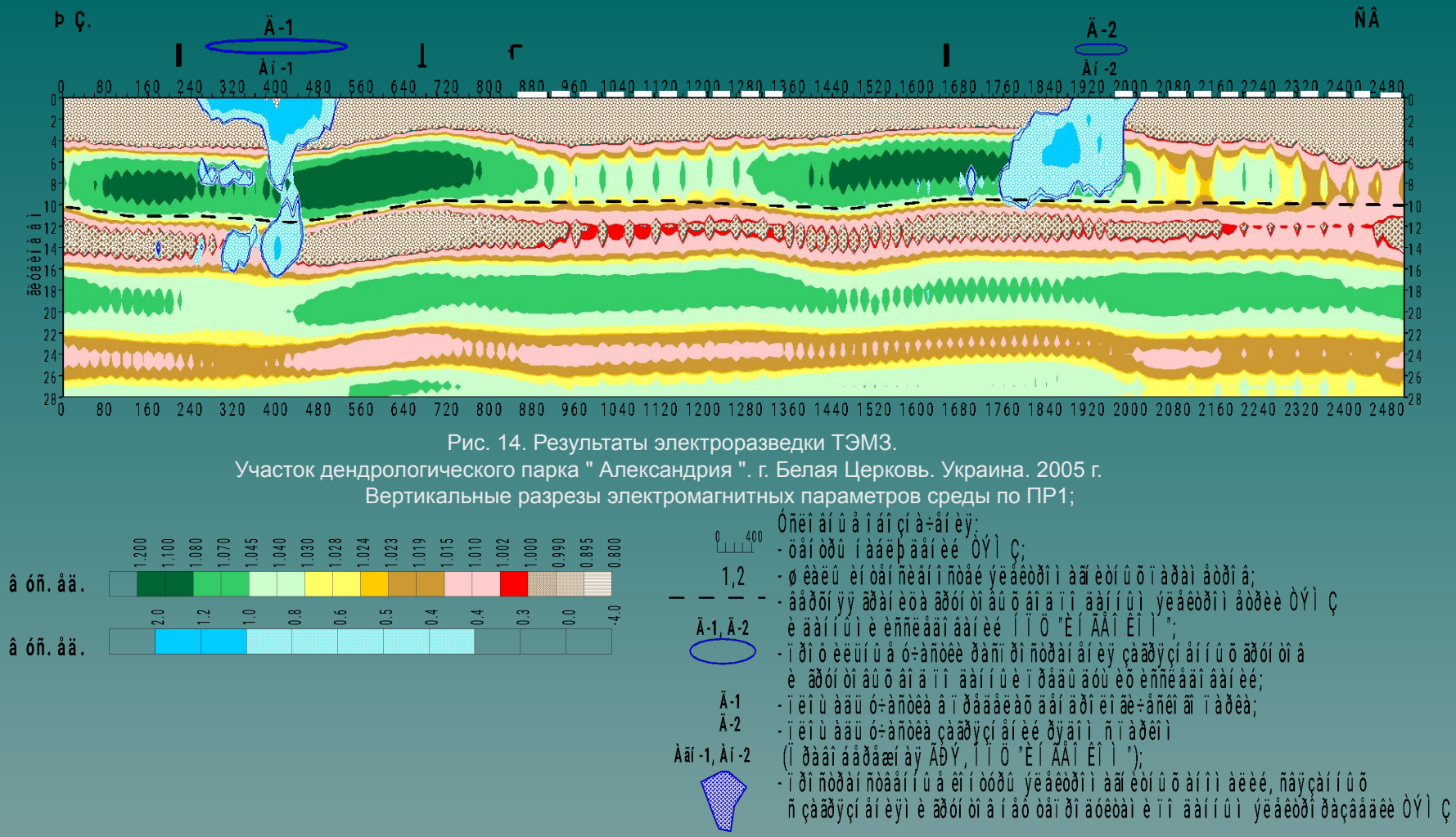



Рис. 14. Результаты электроразведки ТЭМЗ.
Участок дендрологического парка " Александрия ". г. Белая Церковь. Украина. 2005 г.
Вертикальные разрезы электромагнитных параметров среды по ПР1;

Б. На участке «Александрия» в г. Белая Церковь (ри.14, 2005 г.) на профиле исследований выделены две электромагнитные аномалии Ан-1, Ан-2, связанные с загрязнениями почв нефтепродуктами.
В пределах площади аномалии Ан-1 нефтепродукты проникают на глубину 16-18 м, что определяется зоной разлома. В пределах участка аномалии Ан-2 нефтепродукты проникают на глубину до 10 м.
Проникновение углеводородов на большую глубину ограничено наличием горизонта грунтовых вод;

## Аппаратура "Феникс". Украина
## Измерения при движении автомобиля со скоростью 30 км/час.

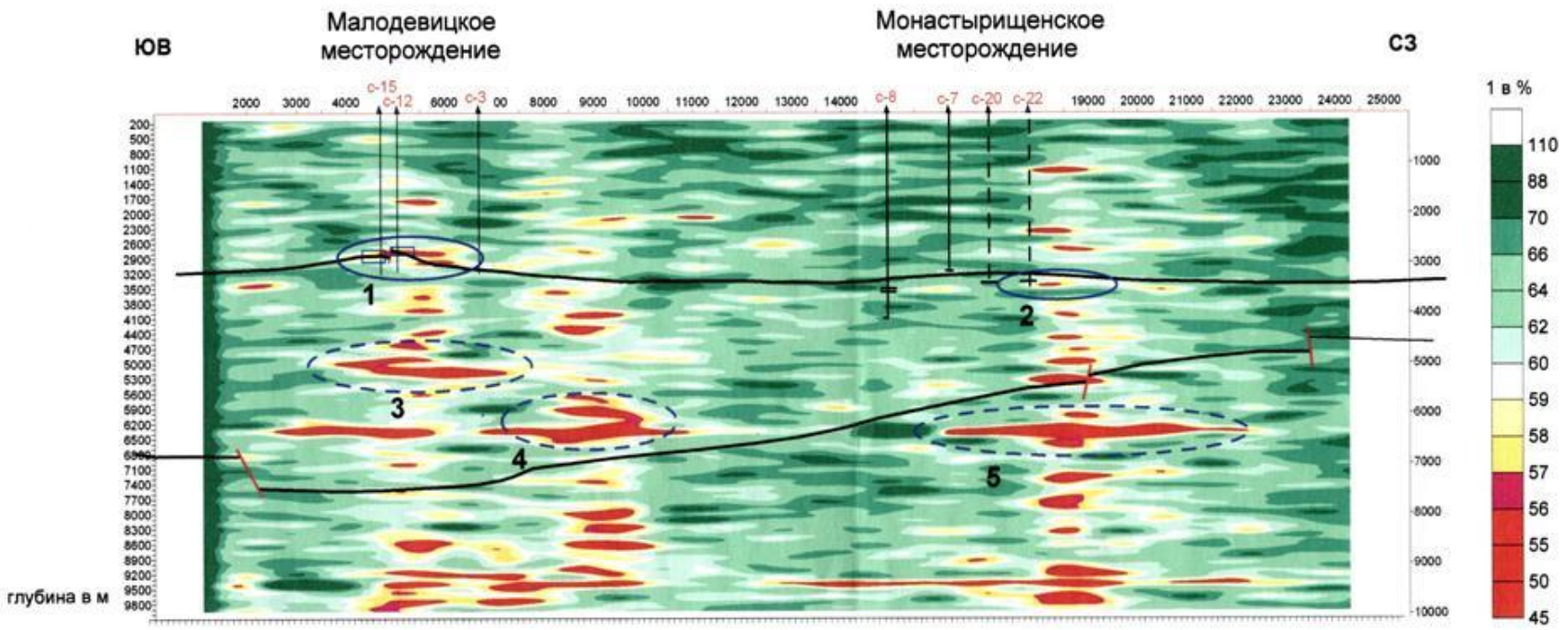



Рис. Результаты электроразведки ТЭМЗ.
Вертикальные разрезы электромагнитных параметров среды.
Масштаб 1:100000

На рис. 1 приведены результаты первых полевых измерений ТЭМЗ с использованием новой отечественной аппаратуры "Феникс". Измерения проведены малоразмерной установкой во время движения автомобиля. со скоростью 30 км/ч. За время измерений зарегистрировано более 1000000 временных характеристик наведенного поля. Такое количество информации не может получить ни одна отечественная и зарубежная аппаратура. Количественную оценку результатов измерений ТЭМЗ млжет провести только программа "Pipe" и ее новые современные аналоги. Выделено 5 электромагнитных аномалий. Аномалии 1, 2 связаны с установленными проявлениями углеводородов. Аномалии 3, 4, 5 могут быть связаны с новыми крупными месторождениями углеводородов, представляющими экономический интерес.

**Время измерений - 1 час. Время обработки - 8 часов.**

Условные обозначения:
- c-12 - местоположениее центров зондирований;
- поисковые и разведочные скважины рядом с профилем съемки;
- интервалы глубин нефтенасыщенных коллекторов;
- 1, 2 в % - шкалы интенсивности электромагнитных параметров;
- положение отражающих горизонтов по данным сейсморазведки МОГТ ("Укргеофизика");
- разрывные нарушения;
- участки электромагнитных аномалий, связанные с месторождениями углеводородов
- установленные,
- предполагаемяе

***На основании результатов бурения геологических скважин при заверке аномалий ТЭМЗ открыты 3 кимберлитовые трубки в России, Африке и Украине, выявлены пласты-коллекторы среди пород фундамента и открыты 16 новых месторождений нефти в Татарии (Россия).***

Материалы результатов исследований ТЭМЗ приведены в 24 отчетах, 8-ми опубликованных статьях и докладах в Украине и за рубежом.

Технология ТЭМЗ используется для решения следующих геологических и инженерных задач:

**1. Поиски месторождений различных видов природных ресурсов (углеводороды, алмазы, рудные и нерудные полезные ископаемые, пресные и минеральные воды);**

**2. Оконтуривание месторождений полезных ископаемых;**

**3. Технологическое сопровождение эксплуатационной разведки и промышленной разработки месторождений нефти и газа;**

**4. Инженерные изыскания при проектировании капитальных сооружений с определением развития инженерно-геологических явлений (оползни, провалы, разломы, зоны обводнения);**

**5. Выявление и оконтуривание участков утечек нефтепродуктов;**

**6. Поиск геологических структур (полостей) для закачки и хранения газа;**

**7. Поиск геологических структур для захоронения и утилизации опасных отходов.**

**8. Выявление зон концентрации метана на угольных месторождениях**

**У Т В Е Р Ж Д А Ю**

**Гл. геолог НГДУ «Прикамнефть»**
**ОАО «Татнефть»**

**Ахметшакиров М.М.**

**"___" января 2006г.**

# А К Т  И С П Ы Т А Н И Й

**метода точечного электромагнитного зондирования (ТЭМЗ)**

(автор метода - Финчук В.В., исполнитель – Шляховский В.А.)

Мы, нижеподписавшиеся, начальник геологического отдела НГДУ «Прикамнефть» Юсупов Рафаиль Шамсиевич и ведущий научный сотрудник НПФ «ЛАНЕФ» Шляховский Владимир Арнольдович, составили настоящий акт о том, что в преддверии бурения скважин №900 и №530, НПФ «ЛАНЕФ» провело геофизические работы методом точечного электромагнитного зондирования (ТЭМЗ). В пределах расположения скважин было проведено по одному профилю ТЭМЗ. По этим профилям были представлены геофизические разрезы и их описание-заключение.

1. В заключении по скв. 530 было указано на наличие четкой аномалии на глубине 150м-190м, протяженность аномалии с запада на восток –до 600м. Результаты последующего бурения выявили расположение нефтяного пласта на глубине 157м (m=21.6, Кн=99.8).
2. В заключении по скв.900 было указано, что аномалия на глубинах 920-950м (абсолютная отметка) предполагаемых отложений карбона находиться в 400м от планируемого устья скважины, рекомендовалось смещение ствола скважины на этот интервал. На уровне глубин отложений терригенного девона(1530-1550м) четкой и интенсивной аномалии не наблюдалось. Результаты последующего бурения выявили нефтеносный пласт в отложениях карбона на глубине 943м (m=16.1, Кн=72.3), скважина была пробурена со смещением 400м от устья. Отложения терригенного девона были вскрыты на глубине 1532м без нефтенасыщения.

Таким образом, стороны констатируют получение положительного результата в применение метода ТЭМЗ по результатам бурения двух скважин 900 и 530. Результаты этого испытания дают основания для дальнейшего применения метода ТЭМЗ при поиске и разведке месторождений углеводородов.

Начальник геологического
отдела НГДУ «Прикамнефть»

Юсупов Р.Ш.

Ведущий научный сотрудник
НПФ «ЛАНЕФ», к.г.м.н.,

Шляховский В.А.

**"УТВЕРЖДАЮ"**

**Генеральный директор**
**«Инновационная топливно-энергетическая компания**
**«РИТЭК-Внедрение»**

**Вороновский В.Р.**

**« » октября 2006г.**

# АКТ ИСПЫТАНИЙ

**метода точечного электромагнитного зондирования (ТЭМЗ)**
(автор метода – Финчук В.В., исполнитель – Шляховский В.А.).

Мы, нижеподписавшиеся, первый заместитель генерального директора ЗАО «Инновационная топливно-энергетическая компания «РИТЭК-Внедрение» Носко В.П. и заместитель директора ООО «НПФ ЛАНЕФ» Шляховский В.А., составили настоящий акт о том, что в преддверии бурения скважин №669, №1041 и №1042, НПФ «ЛАНЕФ» провело геофизические работы методом ТЭМЗ. В пределах расположения скважин было проведено два профиля ТЭМЗ. По этим профилям были представлены разрезы в параметрах ТЭМЗ, их описание-заключение. На разрезах выделены контуры нефтяного пласта для отложений терригенного девона.

Результаты последующего бурения выявили нефтеносный пласт, в пределах указанного контура по материалам ТЭМЗ.

Первый заместитель
генерального директора
**ЗАО «Инновационная топливно-энергетическая компания «РИТЭК-Внедрение»**

Носко В.П.

Заместитель директора
**ООО «НПФ ЛАНЕФ»**

Шляховский В.А.

**"УТВЕРЖДАЮ"**

**Генеральный директор**
**«Инновационная топливно-**
**энергетическая компания**
**«РИТЭК-Внедрение»**

**Вороновский В.Р.**

**« 28 » апреля 2007г.**

# АКТ ИСПЫТАНИЙ

**метода точечного электромагнитного зондирования (ТЭМЗ)**
(автор метода – Финчук В.В., исполнитель – Шляховский В.А.).

Мы, нижеподписавшиеся, первый заместитель генерального директора ЗАО «Инновационная топливно-энергетическая компания «РИТЭК-Внедрение» Носко В.П. и заместитель директора ООО «НПФ ЛАНЕФ» Шляховский В.А., составили настоящий акт о том, что в преддверии бурения скважин №627, №1007 и №1008, НПФ «ЛАНЕФ» провело профильные геофизические работы методом ТЭМЗ. По этим профилям были представлены разрезы в параметрах ТЭМЗ, их описание-заключение. На разрезах выделены контуры нефтяного пласта для отложений терригенного девона.

Результаты последующего бурения выявили нефтеносный пласт, в пределах указанного контура по материалам ТЭМЗ.

Первый заместитель
генерального директора
**ЗАО «Инновационная топливно-**
**энергетическая компания**
**«РИТЭК-Внедрение»**

Носко В.П.

Руководитель геофизического центра
**ООО «НПФ ЛАНЕФ»**

Шляховский В.А.

**"УТВЕРЖДАЮ"**

**Главный геолог**
**Татарского геологоразведочного**
**управления ОАО «Татнефть»**

_____ **Тарасов Е.А.**

**«21» июня 2007г.**

# АКТ ИСПЫТАНИЙ

**метода точечного электромагнитного зондирования (ТЭМЗ)**
(автор метода – Финчук В.В., исполнитель – Шляховский В.А.).

Мы, нижеподписавшиеся, первый заместитель начальника управления, главный геолог ТГРУ ОАО «Татнефть» Тарасов Е.А. и заместитель директора ООО «НПФ ЛАНЕФ» Шляховский В.А., составили настоящий акт о том, что в преддверии бурения скважин №903 и №908, НПФ «ЛАНЕФ» провело профильные геофизические работы методом ТЭМЗ. По профилю был представлен разрез в параметрах ТЭМЗ, где определена аномалия, соответствующая прогнозируемому коллектору в отложениях карбона в интервале глубин 1050-1100м.

Результаты последующего бурения выявили нефтеносный пласт, в пределах указанного контура.

Заместитель директора
**ООО «НПФ ЛАНЕФ»**
к.г.-м.н.

_____ Шляховский В.А.

# А К Т ИСПЫТАНИЙ

Метода точечного электромагнитного зондирования (ТЭМЗ)
(автор метода – Финчук В.В., исполнитель – Шляховский В.А.).

Мы, нижеподписавшиеся, генеральный директор ООО «Трансойл» Шабалин Олег Николаевич и заместитель директора ООО «НПФ ЛАНЕФ» Шляховский Владимир Арнольдович, составили акт о том, что в преддверии бурения скважин №№ 102,103.104,105,106.107,108 в пределах Урганчинского месторождения, ООО «НПФ ЛАНЕФ» провело профильные опытно-методические работы в 2006-07гг методом ТЭМЗ. По профилям были построены разрезы параметров ТЭМЗ и выделены зоны нефтеносности в пределах отложений башкирского яруса. В результате, скв.104, не вошедшая в прогнозируемый контур нефтеносности, вскрыла вышеназванные отложения с остаточной нефтеносностью, а остальные шесть скважин вскрыли нефтеносный пласт в пределах указанного контура.

Генеральный директор
ООО «Трансойл»

«29» мая 2008г.

Шабалин О.Н.

Заместитель директора
ООО «НПФ ЛАНЕФ»

«28» мая 2008

Шляховский В.А.

# Опубликованные статьи

1. Finchuk V.V., Mikhailyuk S. F. Technology of Point Electromagnetic Sounding of Terrestrial Entrails (PEMS) by searches kimberlite tube and oil field and gas, Geophysical Research Abstracts, Vol.6, 07398, 2004

2. Фінчук В.В., Михайлюк С.Ф., Скопіченко І.М. Деякі основи використання методу ТЕМЗ для прогнозування скупчень вуглеводнів Нафта і газ України. Матеріали 8-ої міжнародної науково-практичної конференції

«Нафта і газ України 2004» Судак, 29 вересня-1 жовтня - 2004 р., т.1, с.365-367

3. Фінчук В.В., Михайлюк С.Ф., Скопіченко І.М. Результати точкового електро-магнітного зондування на Наріжнянській та Хортицькій площах.Нафта і газ України Матеріали 8-ї міжнародної науково-практичної конференції «Нафта і газ України - 2004» Судак, 29 вересня -1 жовтня 2004 р., т.1, с.367-369

4. Финчук В.В., Скопиченко И.М. Метод точечного электромагнитного зондирования и его возможности. В зб. «Екологія і природокористування». Вип. 6, 2003 р., Дніпропетровськ, с. 169 – 172.

5.Финчук В.В., Скопиченко И.М., Новиков А.В. Метод точечного электромагнитного зондирования. Теория и способы обработки. В зб. «Екологія і природокористування. Вип. 6, 2003 р., Дніпропетровськ, с. 173 – 178.

6. Mikhailyuk S.F., Finchuk V.V. Point Electromagnetic Sounding. Geophysical Research Abstracts, Vol.6, 07362, 2004

7. Финчук В.В., Михайлюк С.Ф. О возможностях применения методов электроразведки при поиске кимберлитовых трубок с использованием установок малых размеров. Материалы Научно-практической конференции «Эффективность прогнозирования и поисков месторождений алмазов: прошлое, настоящее и будущее»
(АЛМАЗЫ-50). Санкт-Петербург, 2004 г.

8. Финчук В.В., Гарат М.Н, Михайлюк С.Ф. Применение метода точечных электромагнитных зондирований (ТЭМЗ) при поиске кимберлитовых трубок.
В «Геология алмазов – настоящее и будущее (геологи к 50-летию г. Мирный и алмазодобывающей промышленности России)». Воронежский университет 2005 г., с 1459-1463.