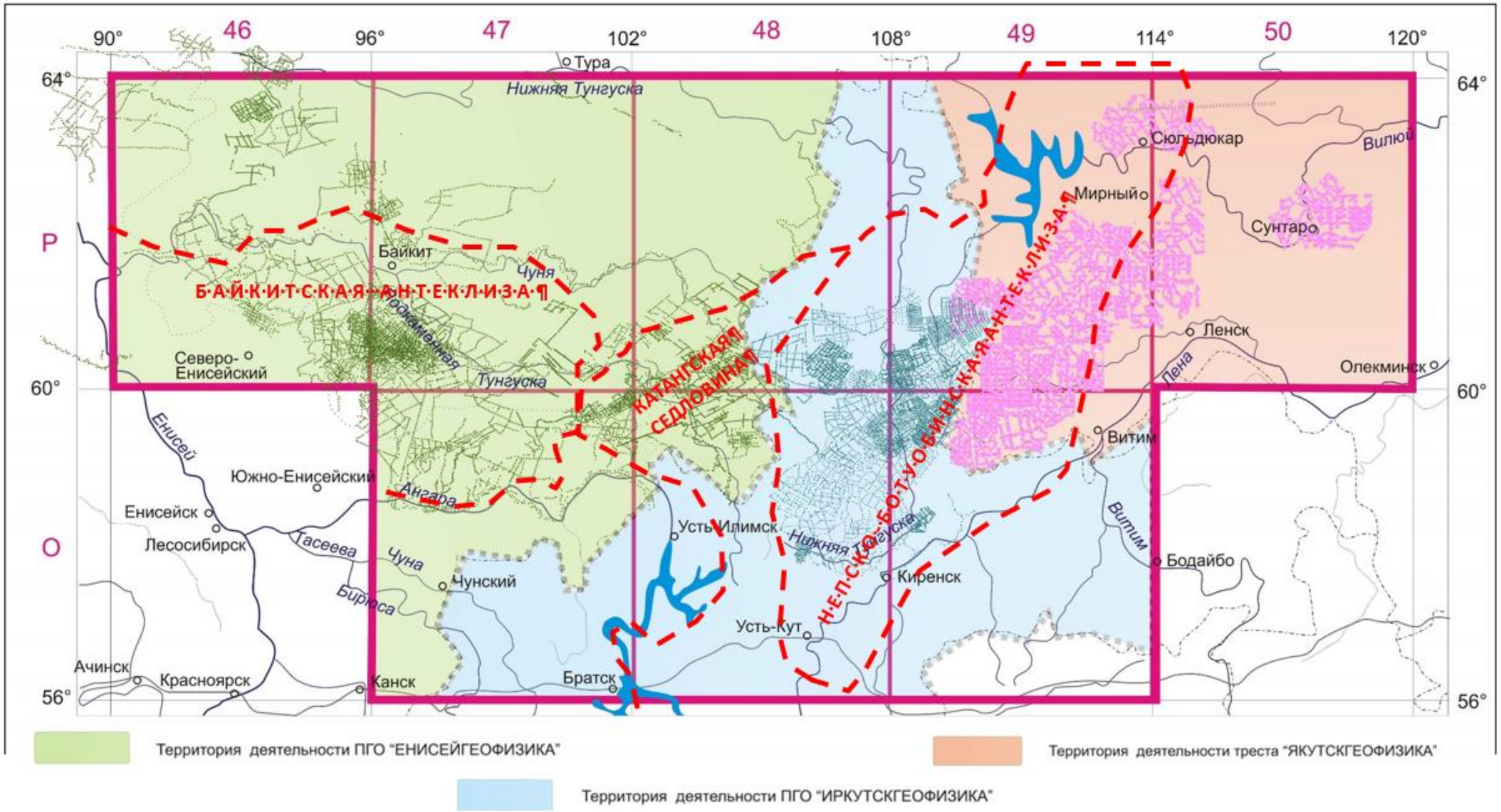
# СУПЕРПАРАМАГНЕТИЗМ В ЗСБ НА СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЕ , и не только (от 1986 г и далее…)

**От первых недоумений и до последних результатов моделирования**

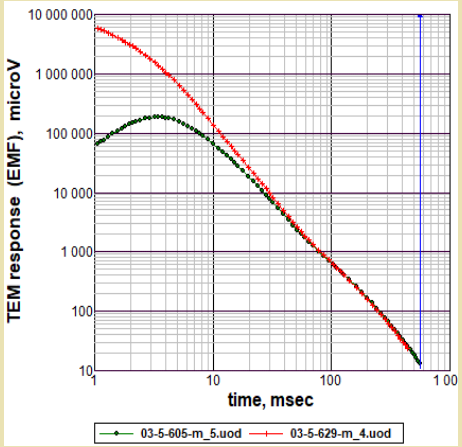
- Экспериментальные «некстыковки» с теорией;
- Первая публикация в России (в СССР), патент;
- Горные породы с СПМ-свойствами;
- 10 лет без теоретического обоснования (как мы «выкручивались»);
- Что б мы делали без ИНГГиГ?
- «Приложение к отчету супервайзера 2012 г» - первое системное изложение вопроса;
- Дальнейшее моделирование и уточнение особенностей влияния проблемы ….

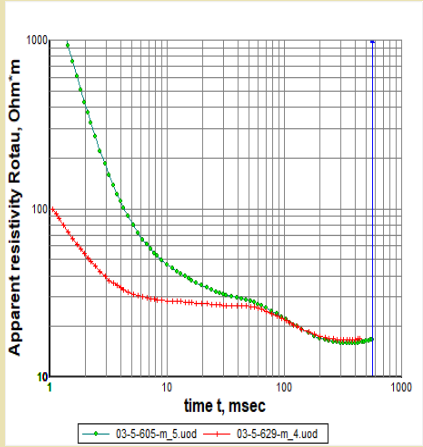
# К истории изученности Сибирской платформы методом ЗСБ в доперестроечную эпоху (1970 – 1995 гг.)

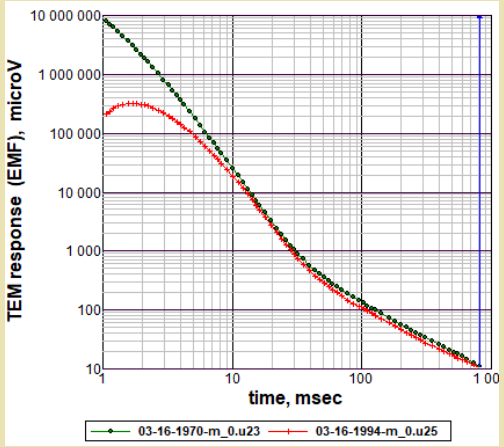


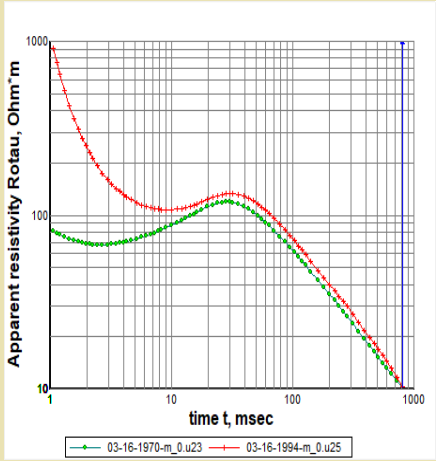
# Технология «самоконтроля» в работах ЗСБ в первое десятилетие

- В первое десятилетие работ ЗСБ в качестве меры внутреннего контроля достоверности работы измерительной системы использовались т.н. «опорные зондирования», а именно, соосно-выносные зондирования. Их непротиворечивые результаты свидетельствовали о достоверности полученных кривых зондирований.



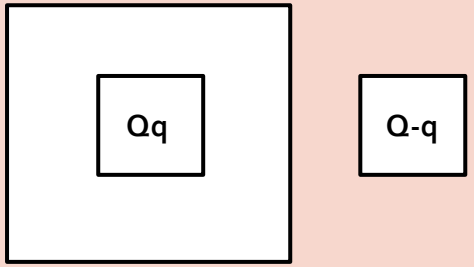

- Этот «тест» «работал» многие годы в Западной части Сибирской платформы, на территории НБА, так и на более восточных площадях, где работал трест «Якутскгеофизика».

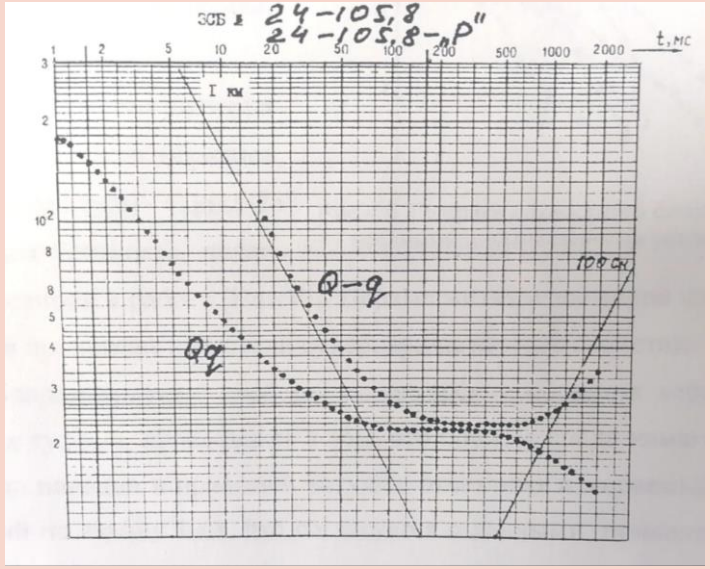
-

# Первые экспериментальные свидетельства и первые «догадки»

- Организация в 1986 г Катангской геофизической экспедиции (п. Ванавара), с выходом на работу в Катангскую седловину, изменило ситуацию.

На старте первого же сезона, на первой проверке «опорным зондированием, получили:



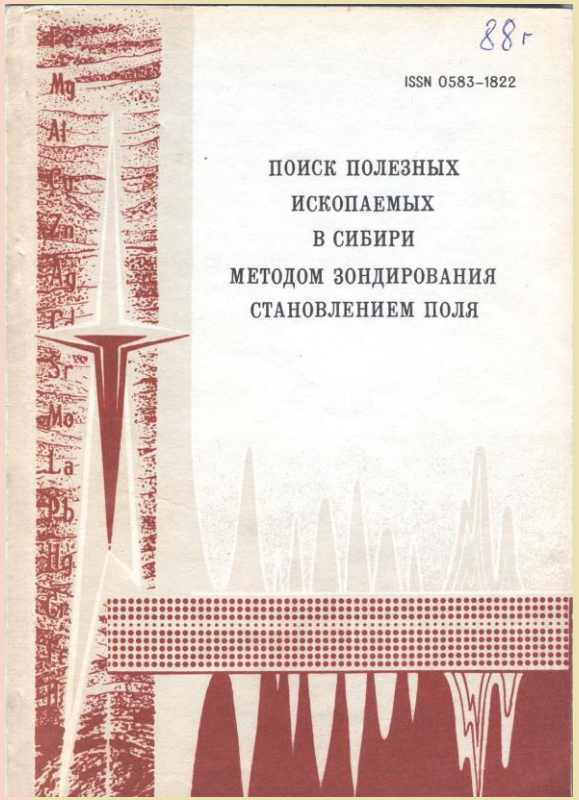

- Почти не понимая, с каким явлением мы столкнулись, пришлось принять решение каждый проектный соосный пикет наблюдения сопровождать выносным пикетом с разносом 1 км.

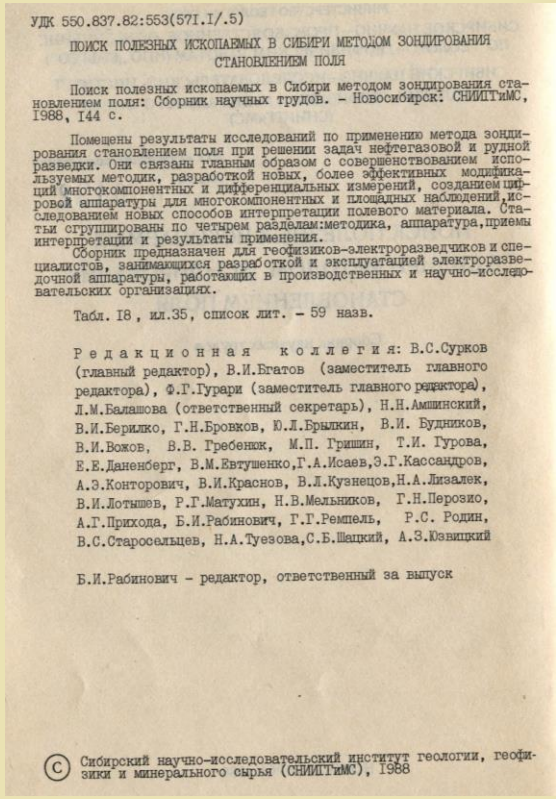
Это был декабрь 1986 г.

# Первая публикация в России (в СССР) применительно к нефтепоисковым ЗСБ

До выхода статьи:

- Работа по новой технологии (соосно выносные наблюдения), патент;
- Появление «на горизонте» В.А. Крыжановского, статьи G. Buselli , J. Lee;
- Поиск новых горных пород с СПМ-свойствами



УДК 550.837.82:553(571.1/.5)

ПОИСК ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ В СИБИРИ МЕТОДОМ ЗОНДИРОВАНИЯ СТАНОВЛЕНИЕМ ПОЛЯ

Поиск полезных ископаемых в Сибири методом зондирования становлением поля: Сборник научных трудов. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 1988, 144 с.

Помещены результаты исследований по применению метода зондирования становлением поля при решении задач нефтегазовой и рудной разведки. Они связаны главным образом с совершенствованием используемых методик, разработкой новых, более эффективных модификаций многокомпонентных и дифференциальных измерений, созданием цифровой аппаратуры для многокомпонентных и площадных наблюдений, исследованием новых способов интерпретации полевого материала. Статьи сгруппированы по четырем разделам: методика, аппаратура, приемы интерпретации и результаты применения.

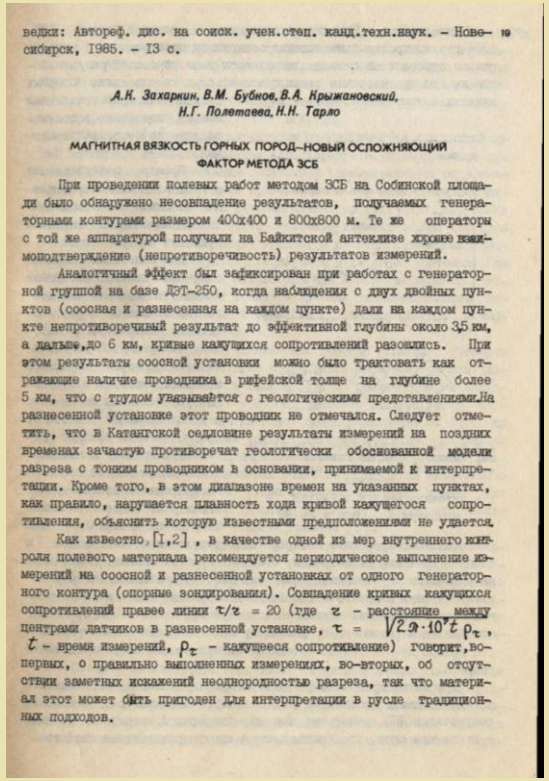
Сборник предназначен для геофизиков-электроразведчиков и специалистов, занимающихся разработкой и эксплуатацией электроразведочной аппаратуры, работающих в производственных и научно-исследовательских организациях.

Табл. 18, ил. 35, список лит. – 59 назв.

Редакционная коллегия: В.С.Сурков (главный редактор), В.И.Бгатов (заместитель главного редактора), Ф.Г.Гурари (заместитель главного редактора), Л.М.Балашова (ответственный секретарь), Н.Н.Амшинский, В.И.Берилко, Г.Н.Бровков, Ю.Л.Брылкин, В.И. Будников, В.И.Вожов, В.В. Гребенюк, М.П. Гришин, Т.И. Гурова, Е.Е.Даненберг, В.М.Евтушенко, Г.А.Исаев, Э.Г.Кассандров, А.Э.Конторович, В.И.Краснов, В.Л.Кузнецов, Н.А.Лизалек, В.И.Лотышев, Р.Г.Матухин, Н.В.Мельников, Г.Н.Перозио, А.Г.Прихода, Б.И.Рабинович, Г.Г.Ремпель, Р.С. Родин, В.С.Старосельцев, Н.А.Туезова, С.Б.Шацкий, А.З.Юзвицкий

Б.И.Рабинович – редактор, ответственный за выпуск

© Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья (СНИИГГиМС), 1988



ведки: Автореф. дис. на соиск. учен.степ. канд.техн.наук. – Новосибирск, 1985. – 13 с.

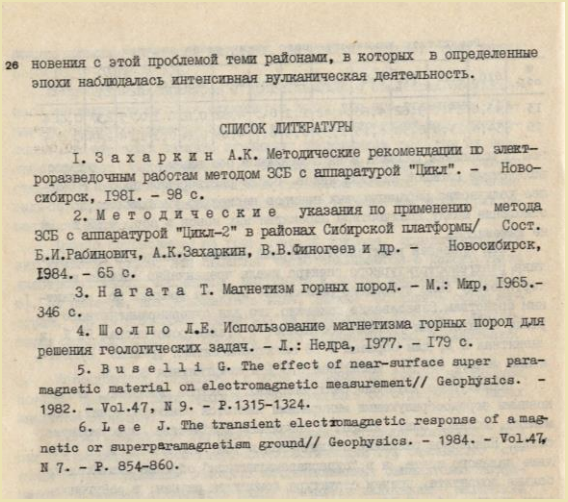
*А.Н. Захаркин, В.М. Бубнов, В.А. Крыжановский, Н.Г. Полетаева, Н.Н. Тарло*

МАГНИТНАЯ ВЯЗКОСТЬ ГОРНЫХ ПОРОД–НОВЫЙ ОСЛОЖНЯЮЩИЙ ФАКТОР МЕТОДА ЗСБ

При проведении полевых работ методом ЗСБ на Собинской площади было обнаружено несовпадение результатов, получаемых генераторными контурами размером 400x400 и 800x800 м. Те же операторы с той же аппаратурой получали на Байкитской антеклизе хорошее взаимоподтверждение (непротиворечивость) результатов измерений.

Аналогичный эффект был зафиксирован при работах с генераторной группой на базе ДЭТ-250, когда наблюдения с двух двойных пунктов (соосная и разнесенная на каждом пункте) дали на каждом пункте непротиворечивый результат до эффективной глубины около 3,5 км, а дальше, до 6 км, кривые кажущихся сопротивлений разошлись. При этом результаты соосной установки можно было трактовать как отражающие наличие проводника в рифейской толще на глубине более 5 км, что с трудом увязывается с геологическими представлениями. На разнесенной установке этот проводник не отмечался. Следует отметить, что в Катангской седловине результаты измерений на поздних временах зачастую противоречат геологически обоснованной модели разреза с тонким проводником в основании, принимаемой к интерпретации. Кроме того, в этом диапазоне времен на указанных пунктах, как правило, нарушается плавность хода кривой кажущегося сопротивления, объяснить которую известными предположениями не удается.

Как известно [1,2], в качестве одной из мер внутреннего контроля полевого материала рекомендуется периодическое выполнение измерений на соосной и разнесенной установках от одного генераторного контура (опорные зондирования). Совпадение кривых кажущихся сопротивлений правее линии $\tau/r = 20$ (где $r$ – расстояние между центрами датчиков в разнесенной установке, $\tau = \sqrt{2\pi \cdot 10^7 t \rho_\tau}$, $t$ – время измерений, $\rho_\tau$ – кажущееся сопротивление) говорит, во-первых, о правильно выполненных измерениях, во-вторых, об отсутствии заметных искажений неоднородностью разреза, так что материал этот может быть пригоден для интерпретации в русле традиционных подходов.



26 новения с этой проблемой теми районами, в которых в определенные эпохи наблюдалась интенсивная вулканическая деятельность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Захаркин А.К. Методические рекомендации по электроразведочным работам методом ЗСБ с аппаратурой "Цикл". – Новосибирск, 1981. – 98 с.

2. Методические указания по применению метода ЗСБ с аппаратурой "Цикл-2" в районах Сибирской платформы/ Сост. Б.И.Рабинович, А.К.Захаркин, В.В.Финогеев и др. – Новосибирск, 1984. – 65 с.

3. Нагата Т. Магнетизм горных пород. – М.: Мир, 1965.– 346 с.

4. Шолпо Л.Е. Использование магнетизма горных пород для решения геологических задач. – Л.: Недра, 1977. – 179 с.

5. Buselli G. The effect of near-surface super paramagnetic material on electromagnetic measurement// Geophysics. – 1982. – Vol.47, N 9. – P.1315-1324.

6. Lee J. The transient electromagnetic response of a magnetic or superparamagnetism ground// Geophysics. – 1984. – Vol.47, N 7. – P. 854-860.

# Дальнейшее информационное расширение понимания особенностей СПМ-процесса

- СПМ в археологии (Кожевников Н.О., Снопков С.В., и др.
- Горные породы с СПМ-свойствами;
- Новый опыт в зарубежных работах (Йемен, 1998 г, Перу, 2003 г);
- Новый опыт в рамках «новой волны» развития ЗСБ на Сибирской платформе (ИЭРП);
- Появление программы моделирования СПМ-процессов Антонов Е.Ю. , Кожевников Н.О. 2008.
- «Приложение к отчету супервайзера 2012 г» - первое системное изложение вопроса применительно к технологии многоразносных ЗСБ;
- Область проявления СПМ-эффекта на Сибирской платфоме.....

# «Приложение к отчету супервайзера 2012 г» - первое системное изложение вопроса применительно к технологии многоразносных ЗСБ

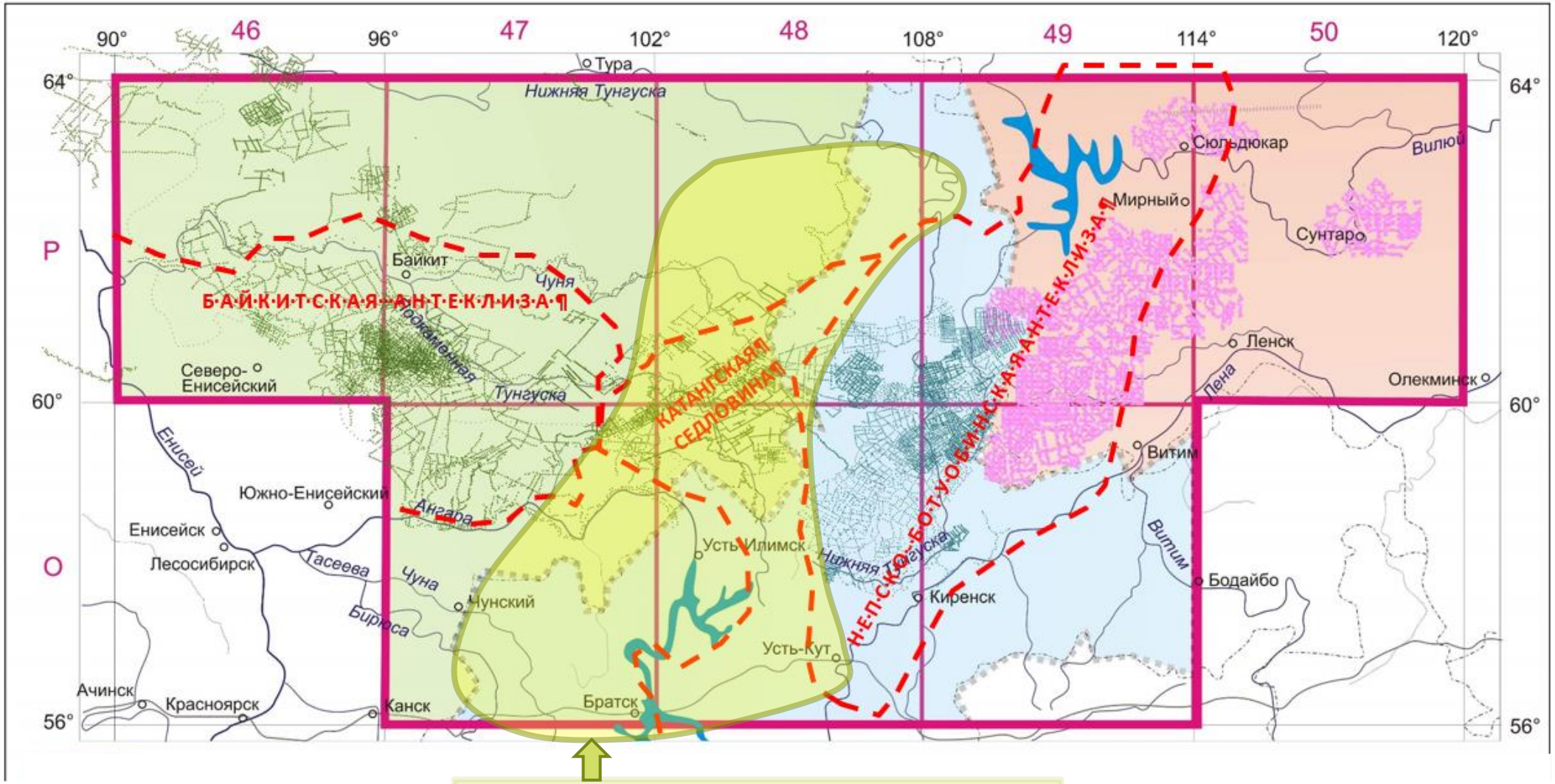
- В процессе супервайзерской работы в 2012 году на двух участках Сибирской платформы (Катская и Нижнеилимская площади) , к общему отчету, который автор писал совместно с И. Буддо, мною решено было написать приложение к отчету, посвященному рассмотрению различных аспектов проявления СПМ при работах ЗСБ. Это было связано с двумя факторами: появлению практического опыта в этой области, и появлению возможности моделирования рассматриваемых процессов благодаря появлению соответствующей программы (Авторы Антонов Е.Ю.  Кожевников Н.О).
- В приложении представлены практические и расчетные данные, отражающие характер проявления СПМ на используемой многоразносной установке ЗСБ при различной степени интенсивности действия эффекта СПМ.
- Указанное Приложение будет приложено к презентации.

# Горные породы, вызывающие СПМ - эффект

- Первый опыт на Сибирской платформе – туфы;
- Поиск новых источников СПМ-сигналов:
  - - Эффузивные траппы Катангской седловины - обнажения трубок взрыва;
  - - Безуспешные попытки испытаний образцов интрузивных траппов;
  - - Излившиеся траппы со склона палеовулкана (Йемен, 1998 г);
  - - «Красная земля» – Африка (Задорожная В.Ю., 2013 ?), Австралия 1993;

Figure 1. a)- “red soil”; b) house built from “red soil”

# Область проявления СПМ – эффекта на Сибирской платформе




Область проявления СПМ- эффекта

# Рассмотрение двух частных вопросов, касающихся глубинной чувствительности ЗСБ и мЗСБ к слою с СПМ-свойствами

- Анализ особенностей вклада СПМ-сигнала в общий сигнал, наблюдаемый на поверхности среды показывает, что СПМ-сигнал и индукционный сигналы аддитивны, и (!!!) индукционные токи, порождающие индукционный сигнал в приемной петле, в процессе становления диффундируют в исследуемой среде вглубь и вширь. Источник же СПМ-сигнала (горные породы, намагниченные в процессе протекания тока в генераторной петле) в процессе становления не диффундируют в пространстве, остаются на месте. (процесс, схожий с проявлением индукционного ВП).

- Такая особенность взаимодействия (точнее – отсутствия взаимодействия) индукционного процесса и процесса размагничения намагниченного объема пород, порождающего СПМ-сигнал, делает наш опыт оценки глубины, с которой мы можем «зацепить» проявление СПМ-слоя, неявным, сложным и запутанным.

- Рассмотрим конкретную ситуацию, вынесенную в заголовок раздела: какая из технологий, ЗСБ или мЗСБ, подвержены большему влиянию  проявления СПМ-слоя, залегающего на разной глубине залегания

- **1 ) Параметры системы наблюдений для моделирования для мЗСБ**
- Система наблюдений – ГП 100х100 м, точки наблюдений на разносах R = 0, R = 100 м.
- Приемник поля – одновитковая петля 20х20 м.
- В расчетах будем использовать диапазон времен от 10 мкс до 50 мс.
- Сила тока – 20 А.
- Функция спада тока – Хевисайд.
-
- **2 ) Параметры системы наблюдений для моделирования для ЗСБ**
- Система наблюдений – ГП 500х500 м, точки наблюдений на разносах – R = 0, R = 500 м.
- Приемник поля – одновитковая петля 40х40х100 витков.
- В расчетах будем использовать диапазон времен от 0.1 мс до 500 мс. Сила тока – 200 А.
- Функция спада тока – Хевисайд.

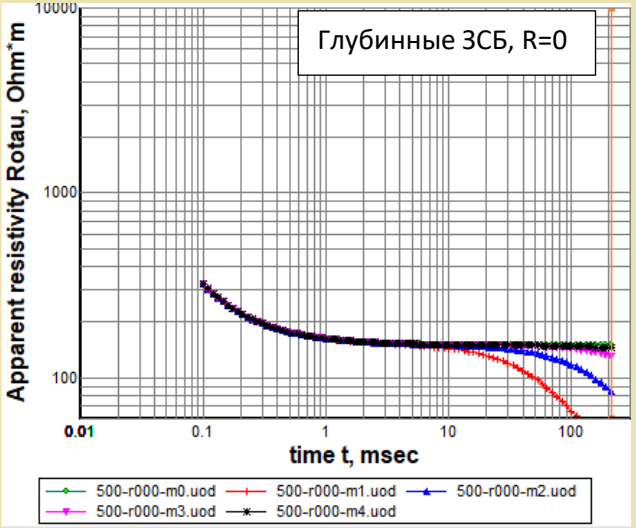
- **3)Указанные параметры моделирования и диапазоны времен соответствуют реальному практическому примеру**

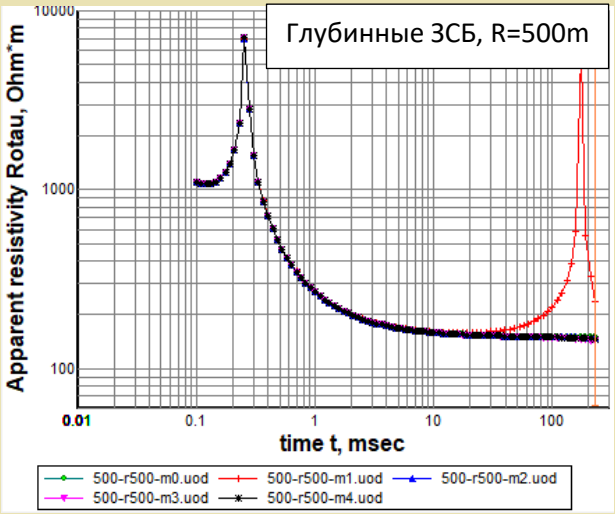
- ПАРАМЕТРЫ МОДЕЛЕЙ СРЕДЫ
- **1 ) Описание модели среды.**
- В общем виде модель среды представляет полупространство с УЭС 150 Ом·м.
- Верхняя часть среды будет разбита на 4 слоя по 200 м. Пятый слой – основание разреза с тем же значением УЭС. Итого будем иметь 4 модели с разной глубиной залегания СПМ-слоя.
- Интенсивность СПМ-параметра аномального слоя выбрана равным **$æ_0$ = 0,005.**
- **Это средний уровень $æ_0$**

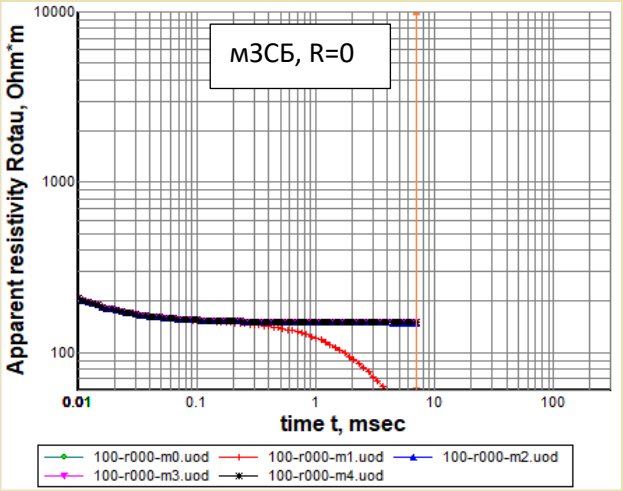
| Глубина кровли СПМ пласта, м | Величина $æ_0$ | Номер модели |
|---|---|---|
| 0 | 0 | м0 |
| 0 | 0.005 | м1 |
| 200 | 0.005 | м2 |
| 400 | 0.005 | м3 |
| 600 | 0.005 | м4 |

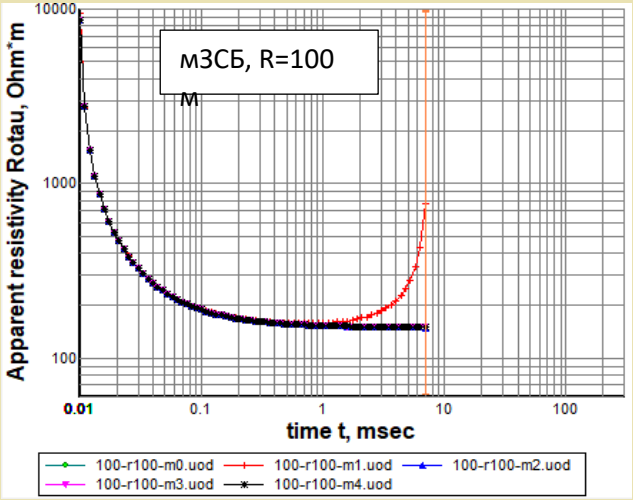
**Чистая модель, без эффекта СПМ**

# РЕЗУЛЬТАТ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ СПМ В МАЛОГЛУБИННЫХ И ГЛУБИННЫХ ЗСБ




**По результатам моделирования можем сделать следующие выводы:**

**1 ) При нулевой глубине кровли СПМ-слоя он легко диагностируется как в мЗСБ, так и в ЗСБ**

**2 ) При глубине слоя более 200 м он фактически не проявляется в установке мЗСБ, в то же время в установке ЗСБ имеются шансы диагностировать наличие СПМ-эффекта при глубине залегания менее 400 м.**