


Особенности низкочастотного электрического поля в воздухе

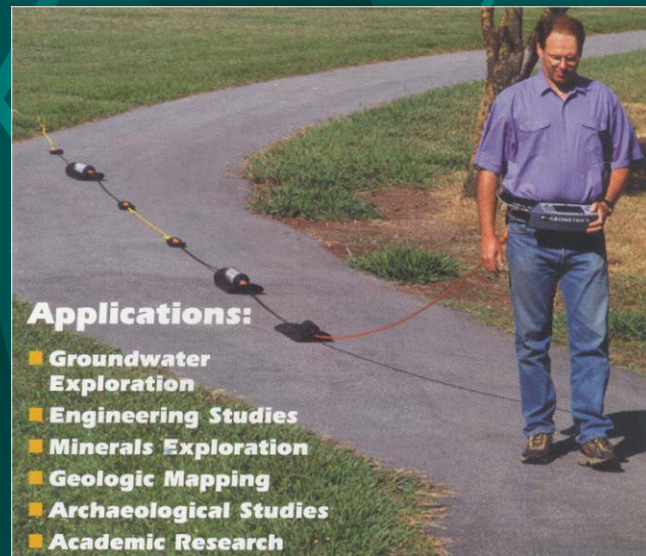


- Примеры аппаратуры
- Поле от источника в воздухе
- Зависимость поля в воздухе от геоэлектрического разреза

Западная аппаратура бесконтактной низкочастотной электроразведки



OhmMapper
 $f=16.5 \text{ kHz}$



Applications:

- Groundwater Exploration
- Engineering Studies
- Minerals Exploration
- Geologic Mapping
- Archaeological Studies
- Academic Research

Iris Instruments

Corim, $f=12 \text{ kHz}$

CONTINUOUS ELECTRICAL PROFILING



CORIM, CONTINUOUS ELECTRICAL PROFILING SYSTEM

- Set of carpets pulled on the surface of the ground
- 1 transmitting dipole, 6 receiving dipoles, 1 m spacing
- Continuous measurement of impedance at 12 kHz frequency
- Pseudo section of apparent resistivity, underground imaging
- Logging speed from 0.5 to a few km/h depending on field conditions
- Depth of investigation down to 3-5 m
- **Applications:** subsurface investigation for trench layout, soil studies, etc.

ЭРА, $f=625\text{Hz}$



Кулоновская и индукционная составляющие переменного электрического поля

$$\operatorname{rot} \mathbf{H} = (\sigma - i\omega\epsilon\epsilon_0)\mathbf{E}$$

$$\operatorname{rot} \mathbf{E} = i\omega\mu\mathbf{H}$$

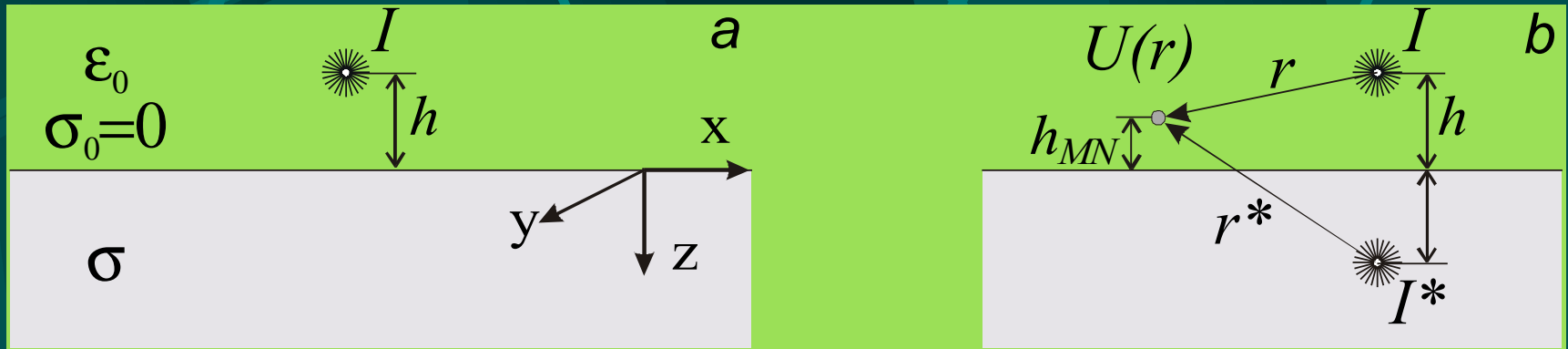
$$\mathbf{E} = i\omega\mu\mathbf{A} - \operatorname{grad} U$$

$$\mathbf{E}_{\text{инд}} = i\omega\mu\mathbf{A}$$

$$\mathbf{E}_{\text{кул}} = -\operatorname{grad} U$$

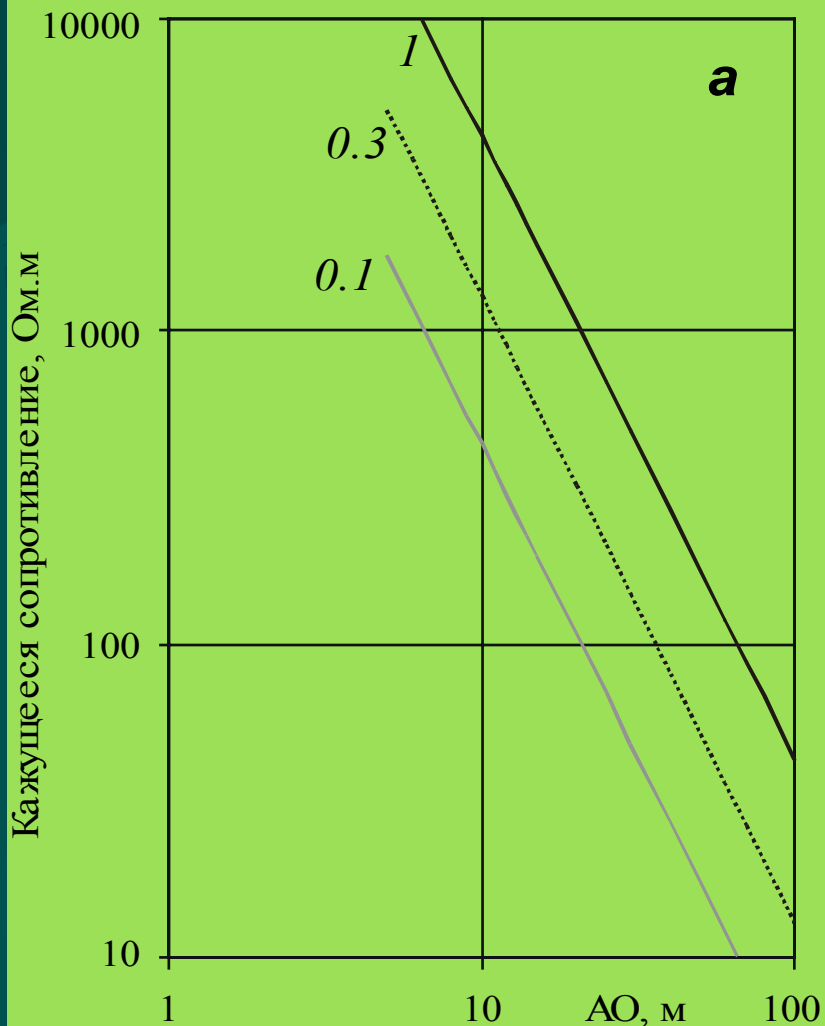
$$\operatorname{div}(\sigma - i\omega\epsilon\epsilon_0) \operatorname{grad} U = 0$$

Поле емкостного электрода



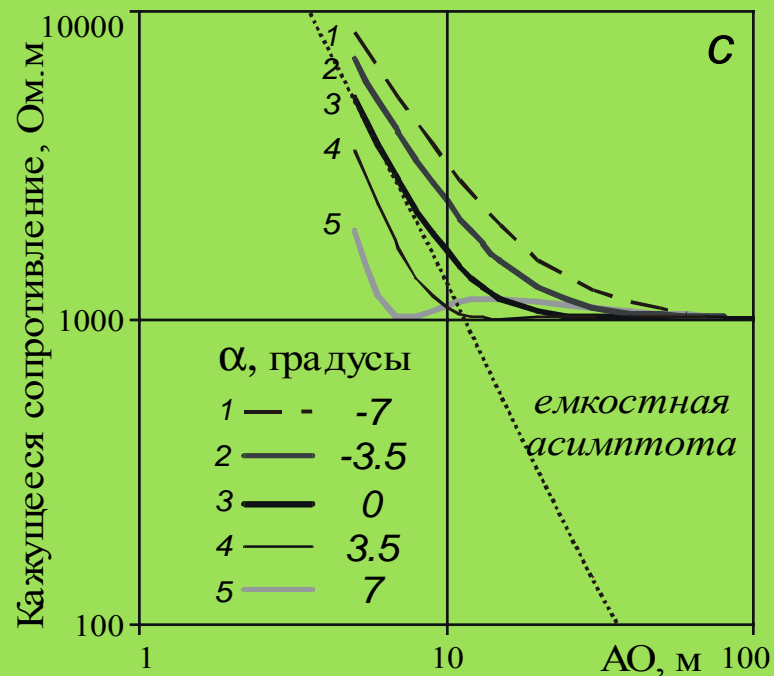
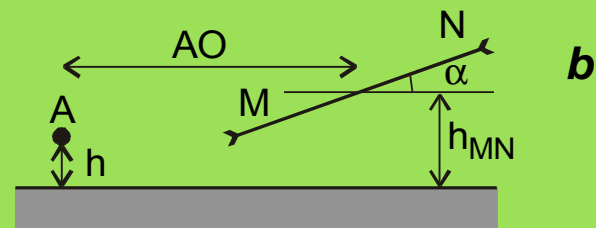
$$\begin{cases} U(r) = \frac{I}{i\omega\epsilon_0} \left(\frac{1}{4\pi r} + K_{12} \frac{1}{4\pi r^*} \right) \approx \frac{I}{2\pi r^* \sigma} + i \frac{I}{\omega\epsilon_0 4\pi} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r^*} \right), & z \leq 0, \\ U(r) = \frac{I}{i\omega\epsilon_0} \frac{1}{4\pi r} (1 + K_{12}) \approx \frac{I}{2\pi r \sigma}, & z \geq 0. \end{cases}$$

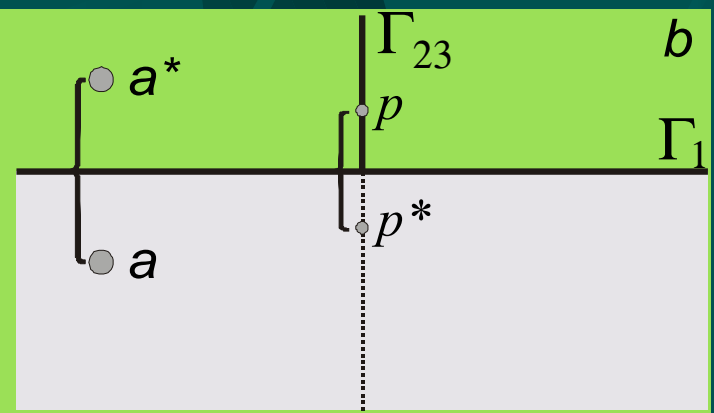
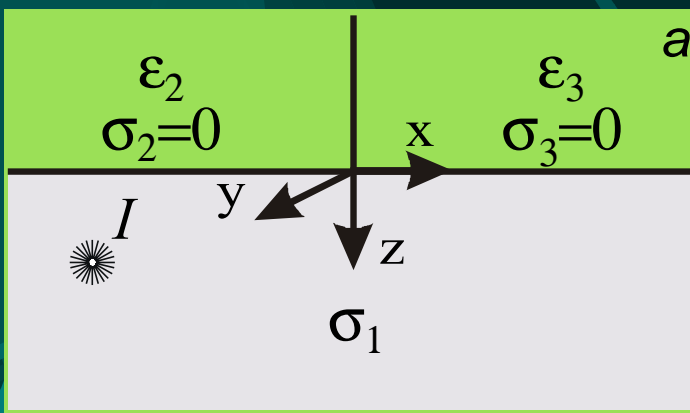
Емкостная асимптота (h=5мм)



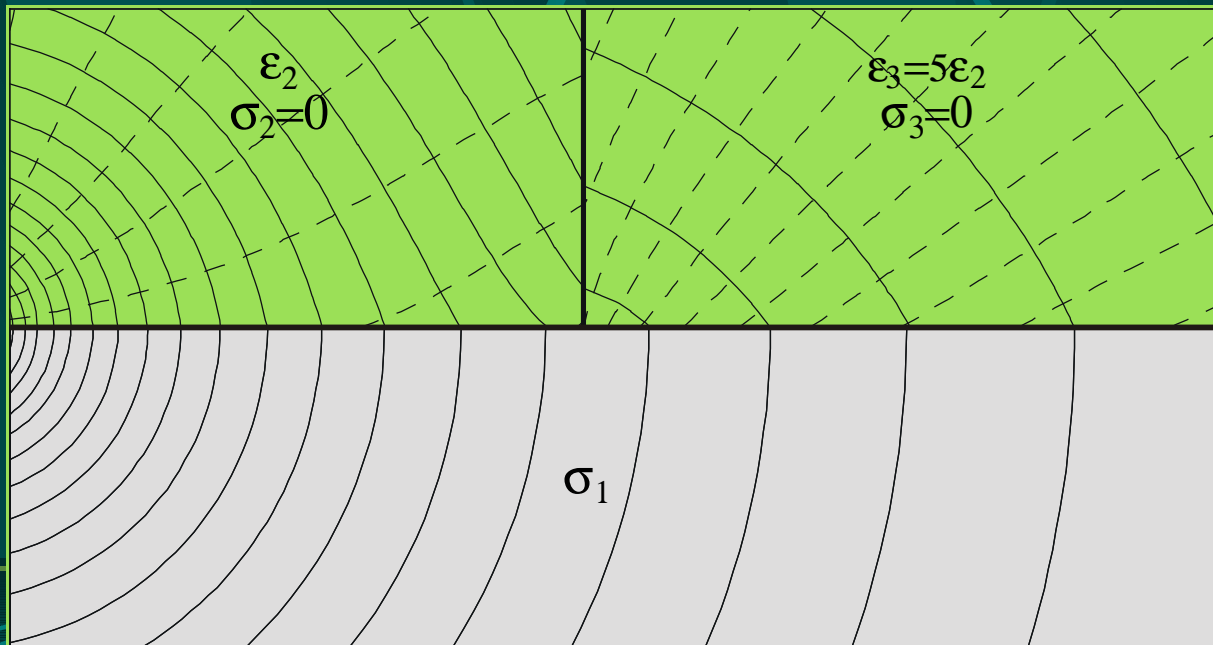
Кажущееся сопротивление при различных углах наклона антенны

$$h_{MN}=0.3\text{ м}, \rho=1 \text{ КОм}$$

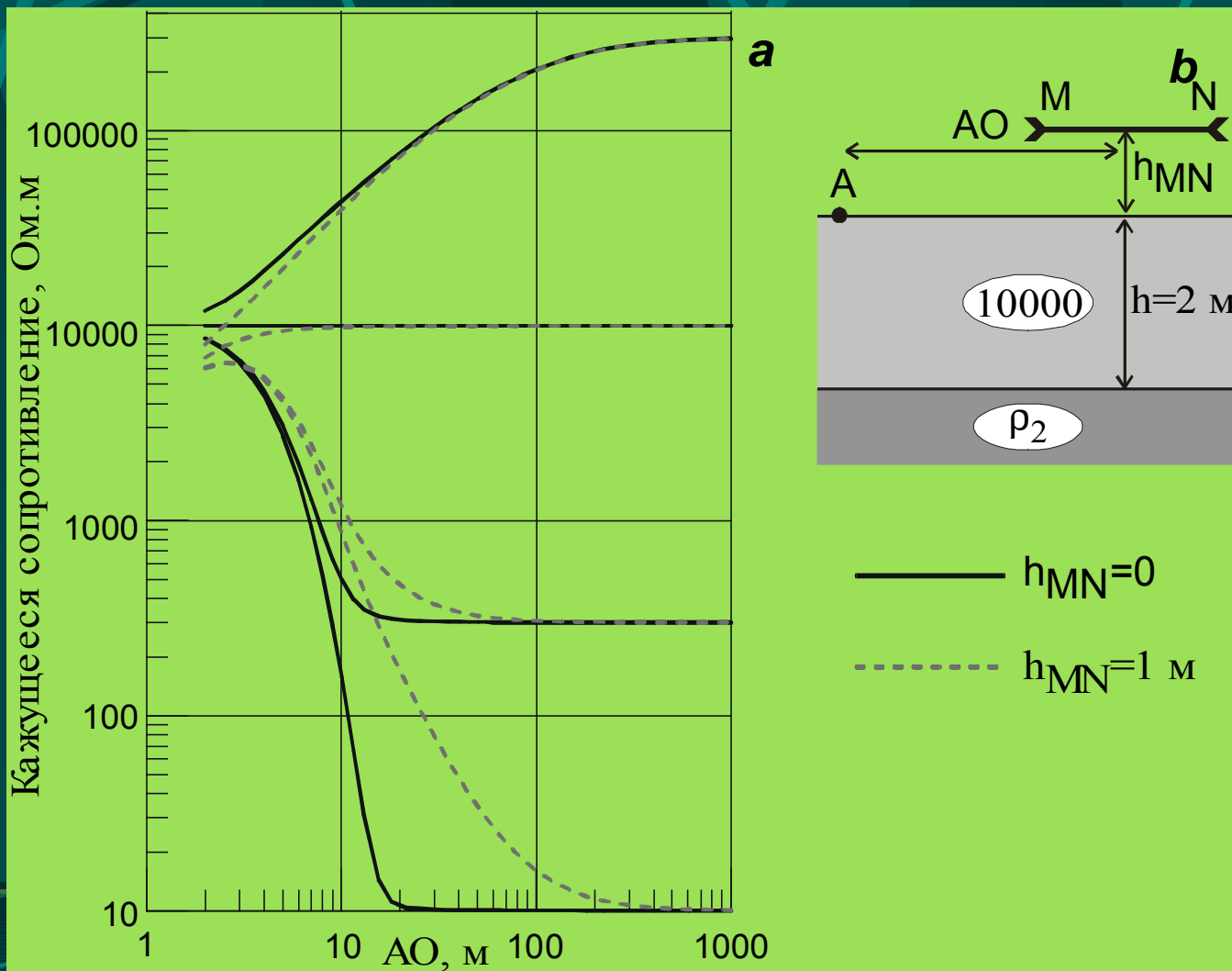




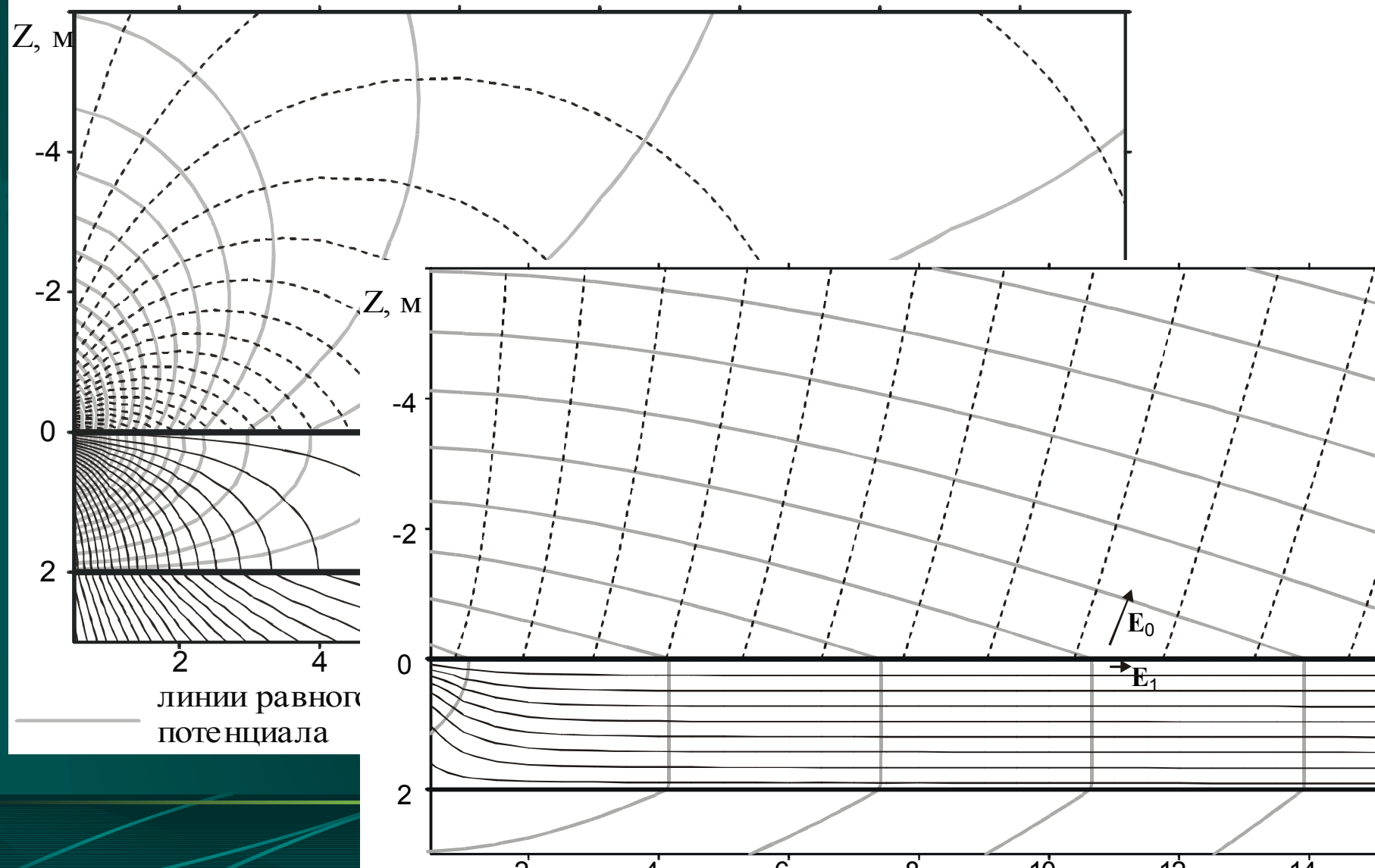
$$U_{23}(m) = \frac{2I}{\sigma_1} G(a, m) + \iint_{\Gamma_{23}} \frac{\Sigma(p)}{\varepsilon_0} (G(p, m) - G(p^*, m)) dy_p dz_p$$



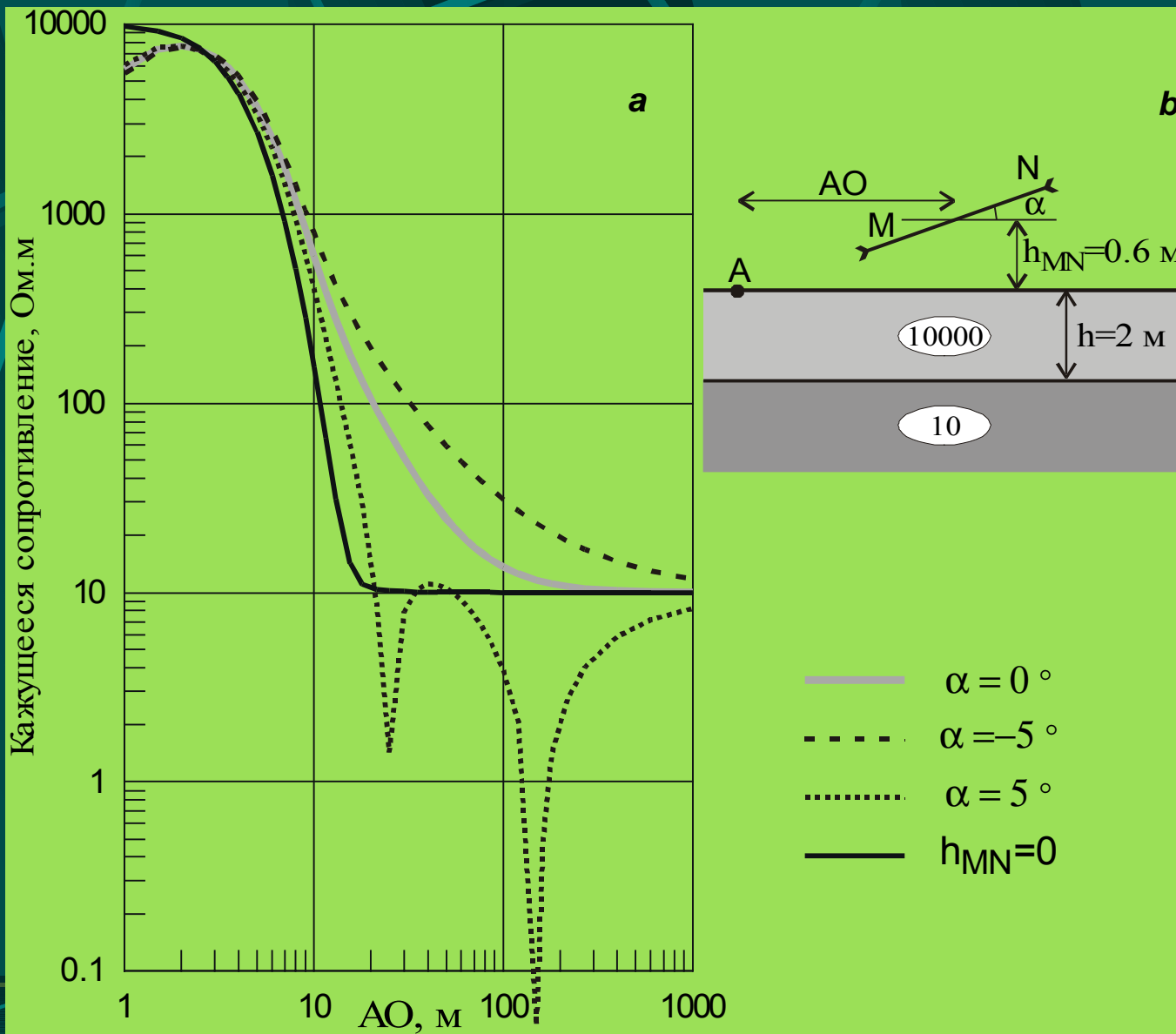
Зависимость электростатических искажений от типа разреза

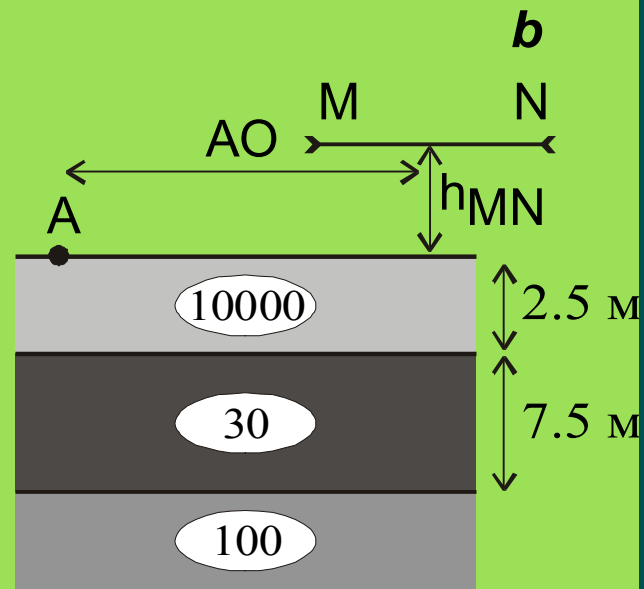
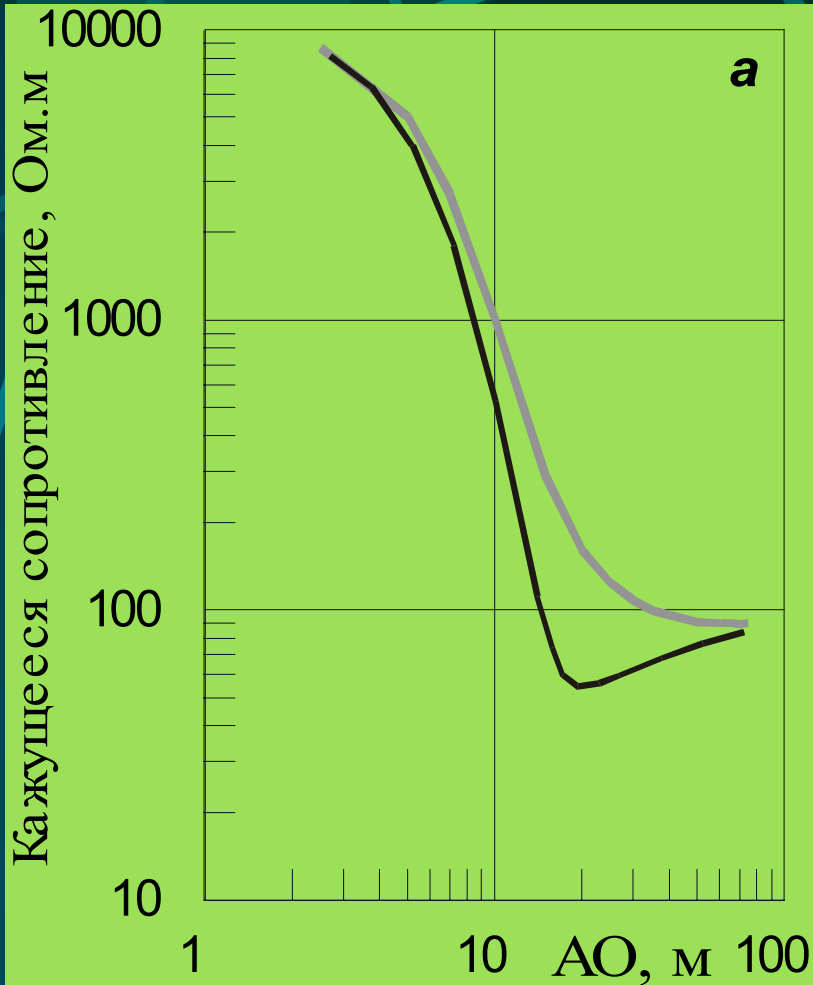


Структура электрического поля в двухслойной модел с проводящим основанием



Кажущееся сопротивление при различных углах наклона антенны



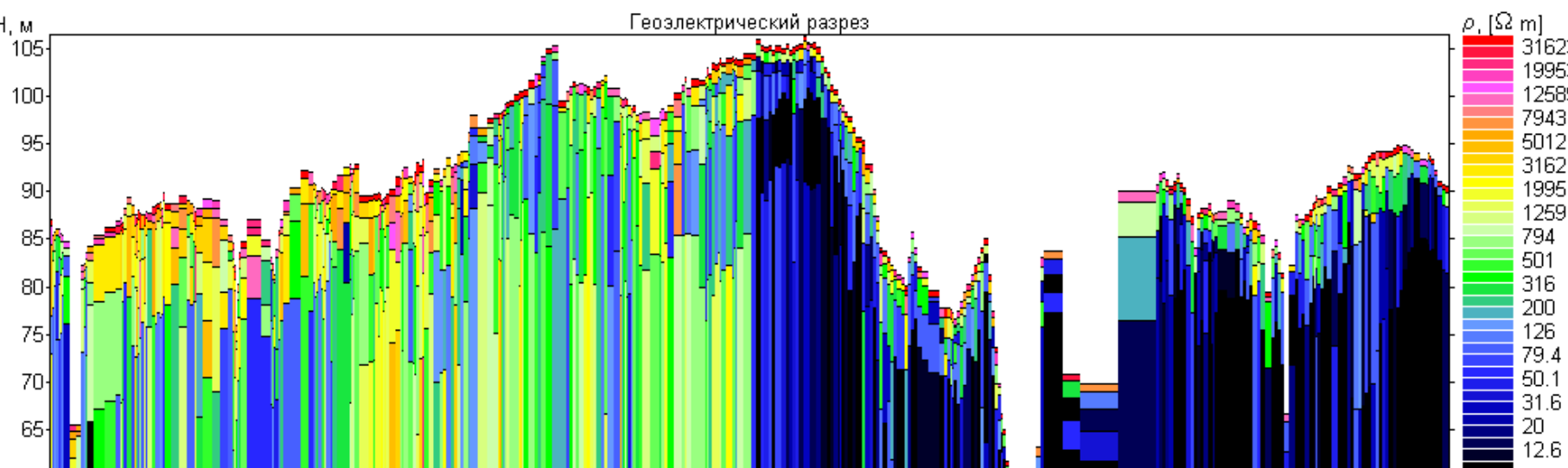
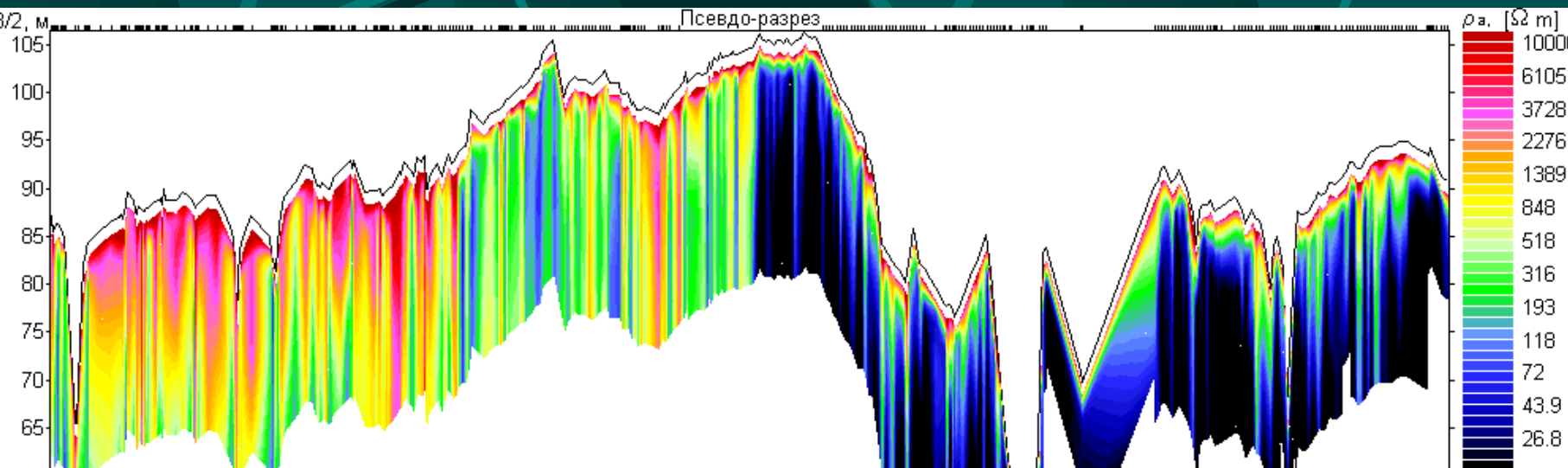


h_{MN} , метры

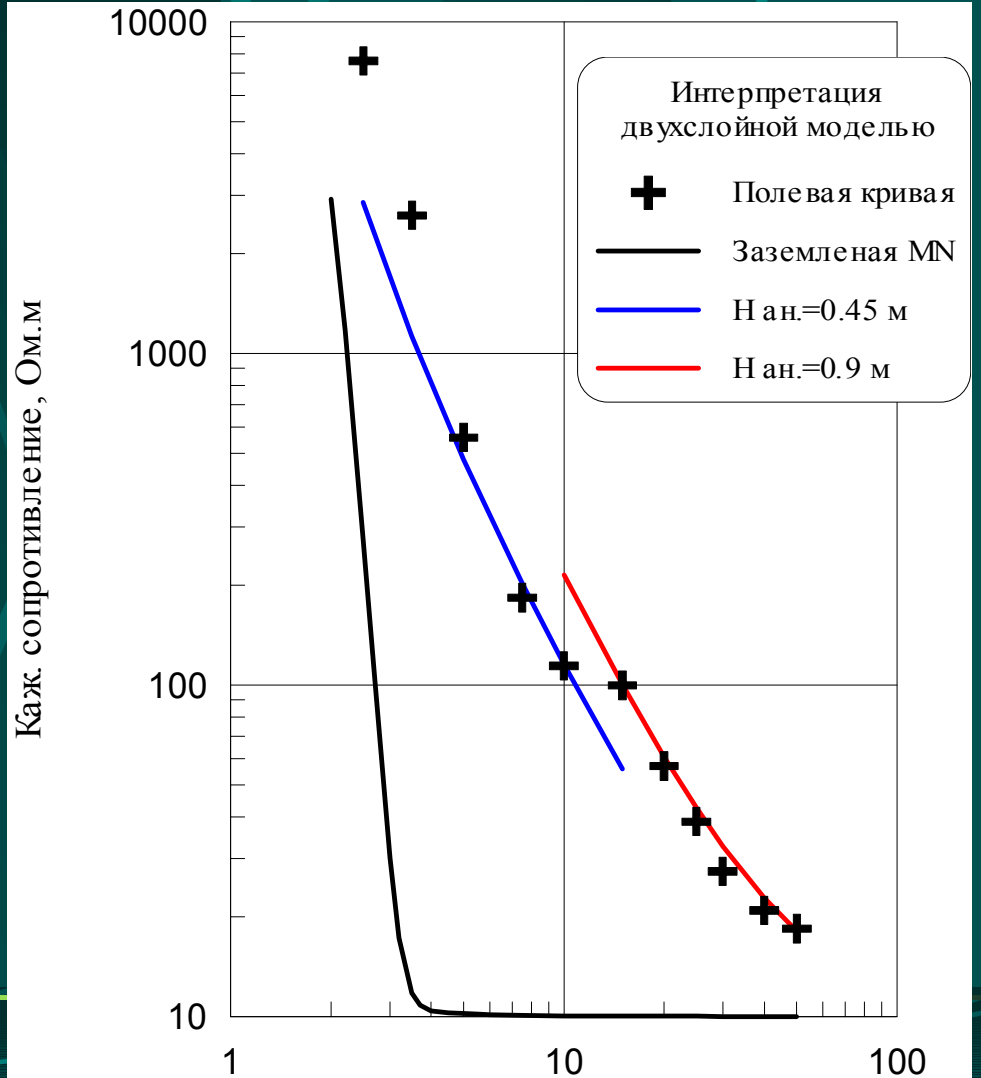
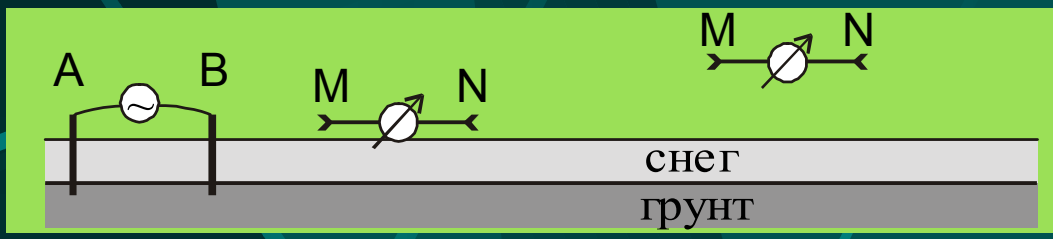
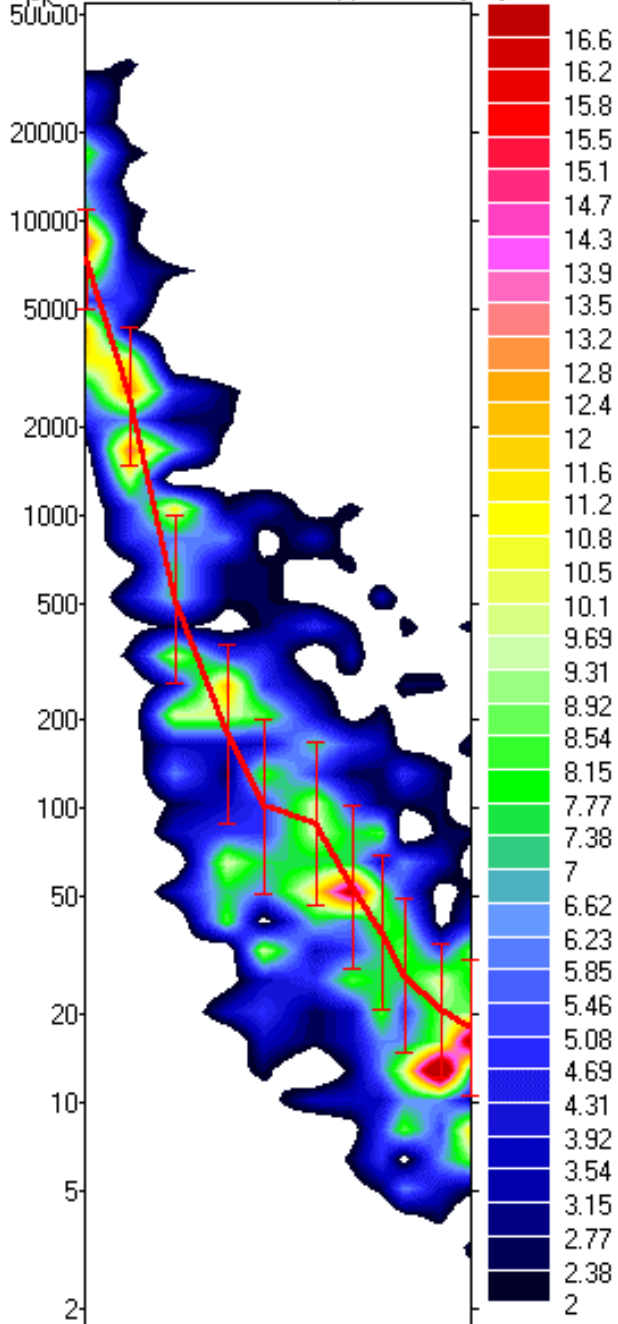
— 0.5

— 0

Пример зимних полевых работ в республике Коми



Statistic distribution of app. resistivity %



Сопоставление интерпретации и данных бурения

● Первый слой

- $\rho = 15000 \text{ Ом.м}$
- $h = 0.25 \text{ м}$

● Второй слой

- $\rho = 10 \text{ Ом.м}$

● 0 – 0,2 м

мохо-растительный
слой

● 0,2 – 0,4 м: торф

● 0,4 – 6 м : глина

● 6 - ... м : суглинки

Выводы

- Для моделей, в которых допустимо пренебрежение электромагнитной индукции, расчеты низкочастотного электрического поля аналогичны решению задачи по расчету стационарного электрического поля.
- Отличительной особенностью электрического поля в воздухе у поверхности земли является то, что оно содержит как горизонтальную, так и вертикальную компоненту. Соотношение между этими компонентами определяет зависимость поля в воздухе от высоты и угла наклона приемной антенны. Оно зависит от геоэлектрического разреза.
- Наиболее удобным индикатором наличия искажения кривой ВЭЗ является зависимость кажущегося сопротивления от угла наклона антенны. Чем слабее эта связь, тем меньше искажающий эффект подъема антенны. В неблагоприятных разрезах изменение угла наклона антенны на первые градусы приводит к изменению измеряемого сигнала в разы.