

VI Всероссийская школа-семинар по электромагнитным зондированиям земли  
имени М.Н. Бердичевского и Л.Л. Ваньяна

# ВЛИЯНИЕ ПРИЛИВНЫХ ЭФФЕКТОВ НА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ ИСКУССТВЕННОГО ИСТОЧНИКА СЧ-ДИАПАЗОНА НА БАЛТИЙСКОМ КРИСТАЛЛИЧЕСКОМ ЩИТЕ

Е. Д. Терещенко, А. Е. Сидоренко, В. Ф. Григорьев  
Полярный геофизический институт КНЦ РАН

г. Мурманск



Рис. 1. Карта-схема района проведения измерений

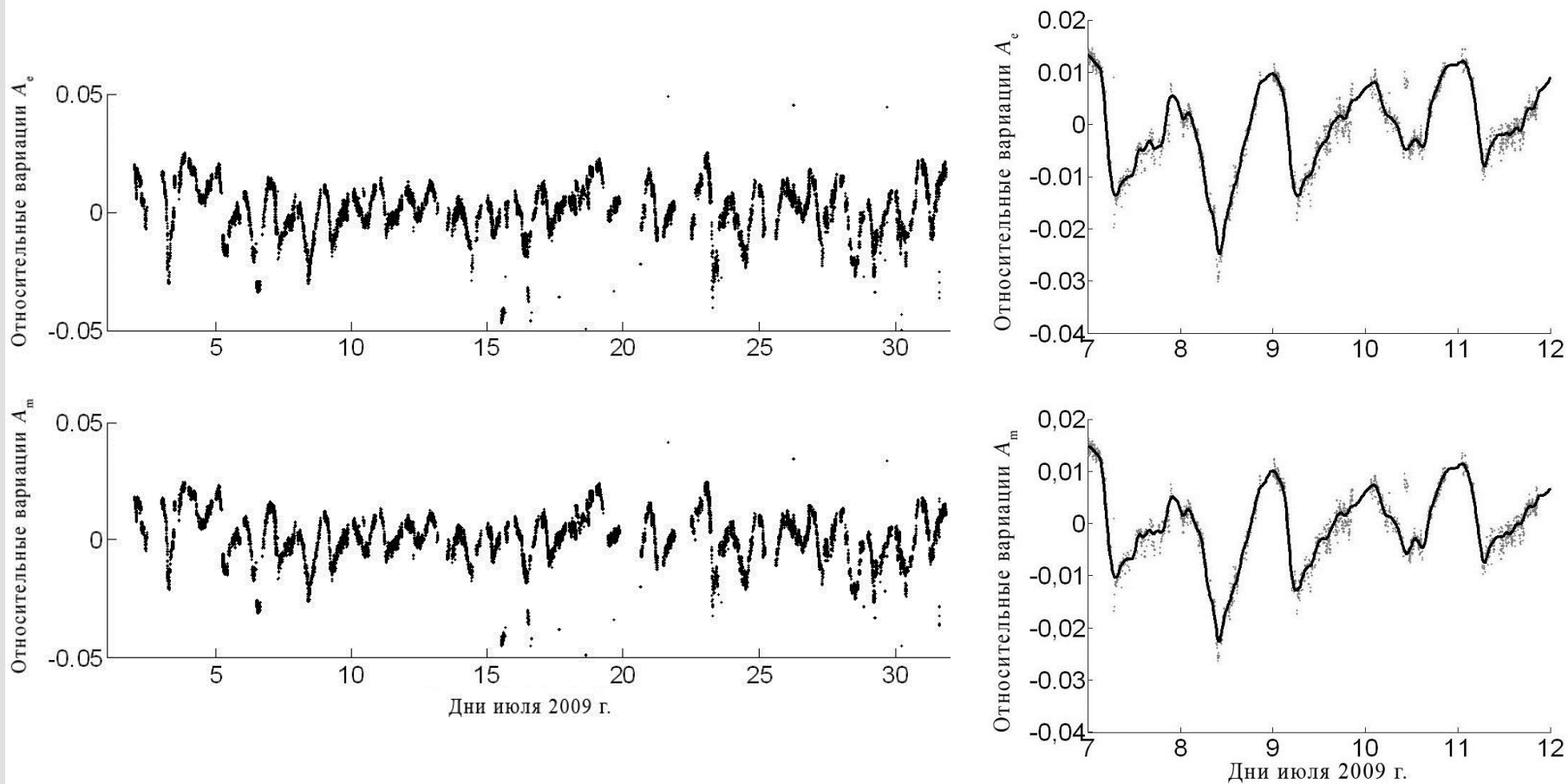


Рис. 2. Относительные вариации больших полуосей эллипсов поляризации электрического ( $A_e$ ) и магнитного полей ( $A_m$ )

При  $f=82$  Гц,  $r_{1,2} \approx 10^5$  м (рис. 3) выполняется условие:

$$|k_1 r_i|_{i=1,2} \gg 1$$

где

$k_1$  – волновое число в земле,

$i$  – мнимая единица,

$\omega = 2\pi f$  – циклическая частота,

$\sigma = 5 \cdot 10^{-5}$  См/м – удельная проводимость земли,

$\mu_0$  – магнитная проницаемость вакуума,

$r_1, r_2$  – расстояния от точки измерения до концов кабеля.

Тогда тангенциальные компоненты электрического и магнитного полей прямолинейного заземленного кабеля конечной длины определяются выражениями [Вешев, 1980]:

$$E_y = \frac{J_x y}{2\pi\sigma} \left( \frac{1}{r_2^3} - \frac{1}{r_1^3} \right), \quad H_x \approx \frac{J_x y}{2\pi k_1} \left( \frac{1}{r_2^3} - \frac{1}{r_1^3} \right),$$

Но т.к. при малой эллиптичности поляризации  $A_e/A_m \approx |E_y/H_x|$ , то отношение больших полуосей эллипсов поляризации формально совпадает с выражением поверхностного импеданса однородного полупространства [Макаров, Новиков, Рыбачек, 1991]:

$$\frac{A_e}{A_m} \approx \left| \frac{E_y}{H_x} \right| \approx \left| \frac{k_1}{\sigma} \right| = \left| \frac{\sqrt{-i\omega\mu_0}}{\sigma} \right| = |Z|.$$

$$\tilde{Z} \equiv A_e / A_m \approx |E_y / H_x| \approx |Z|.$$

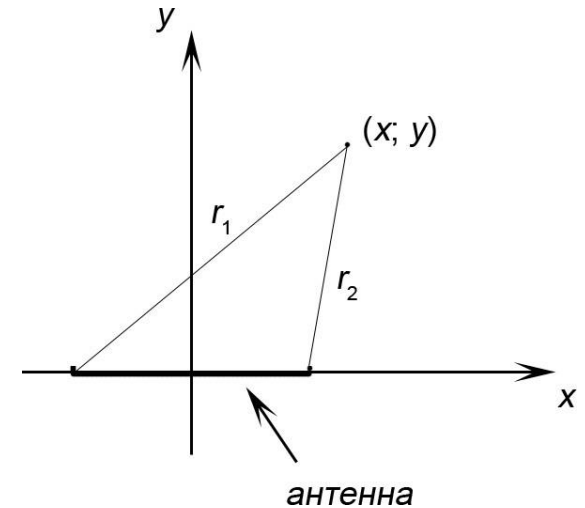


Рис. 3. Схема задачи

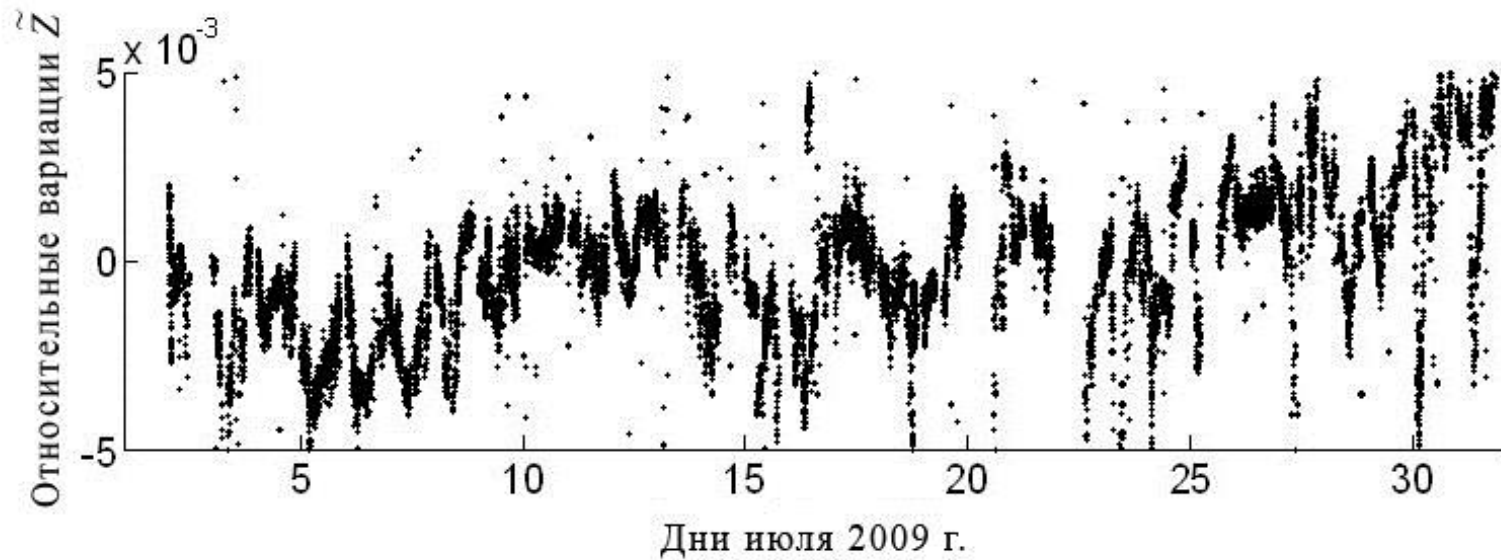
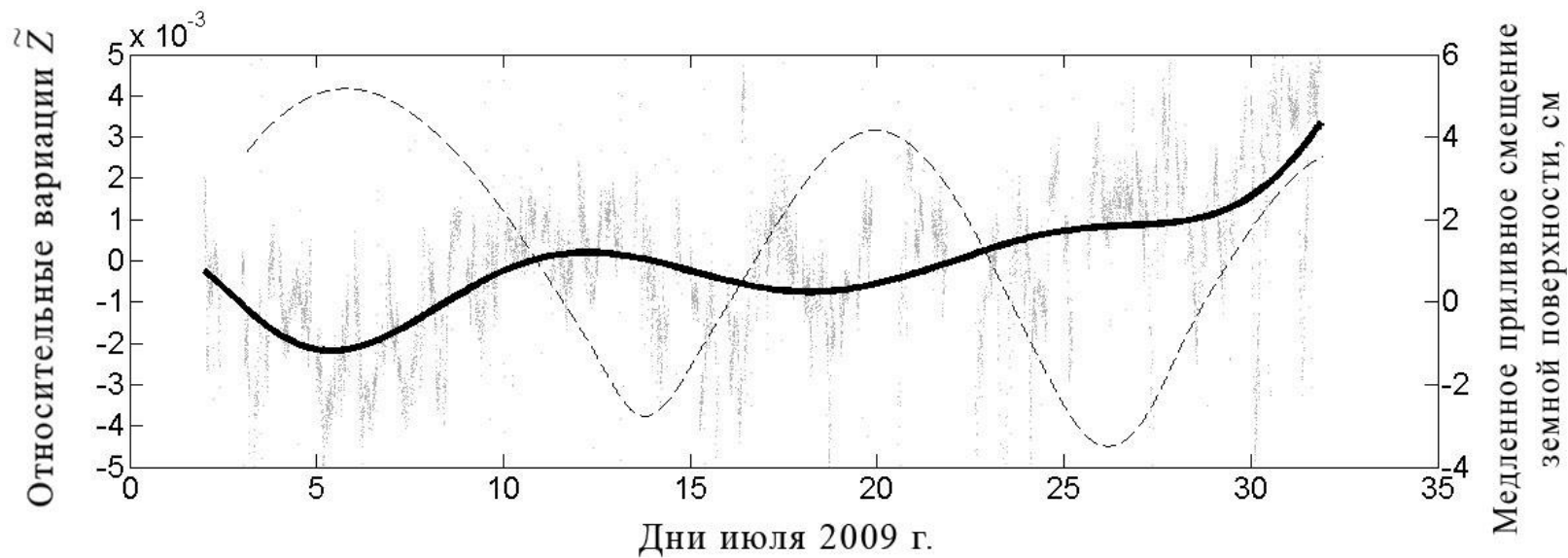
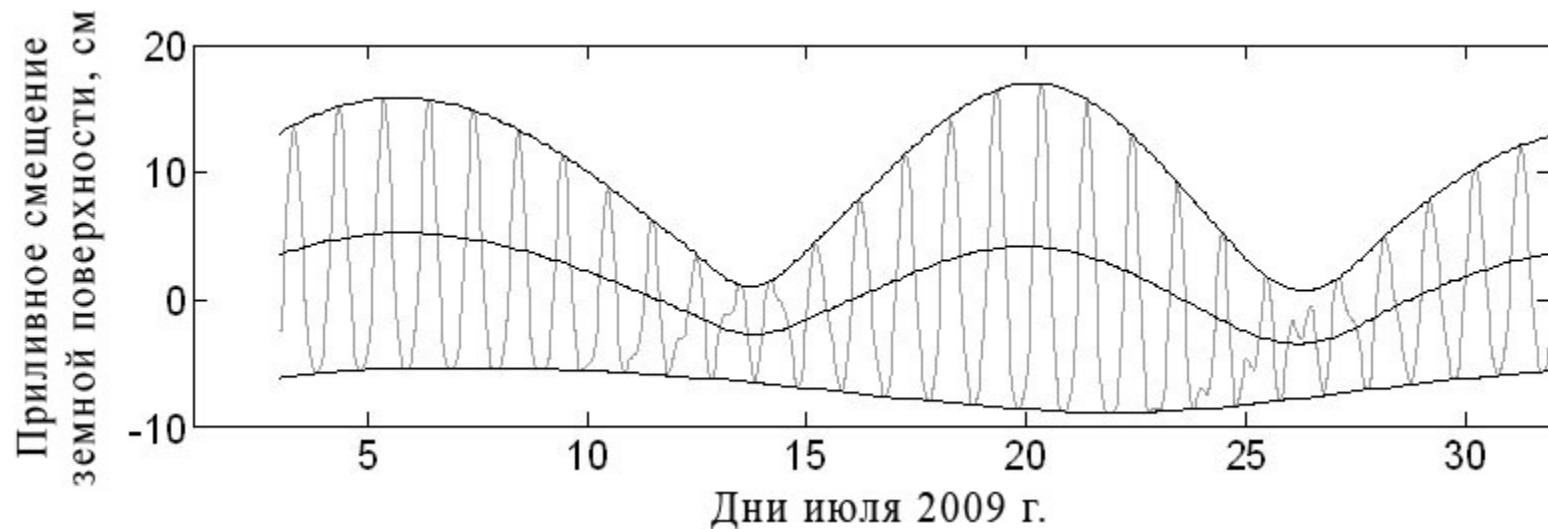


Рис. 4. Относительные вариации импеданса



Импеданс слоистой структуры:

$$Z_{\text{ex}} = Z_{N-1} \frac{\sqrt{\frac{\sigma_{N-1}}{\sigma_N} + \tanh(\gamma_{N-1} d_{N-1})}}{1 + \sqrt{\frac{\sigma_{N-1}}{\sigma_N} \tanh(\gamma_{N-1} d_{N-1})}},$$

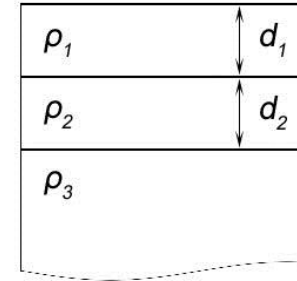


Рис. 6. Модель плоско-слоистой земли

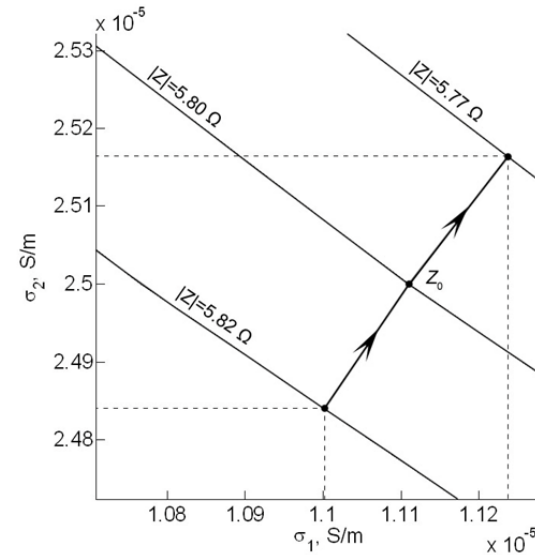
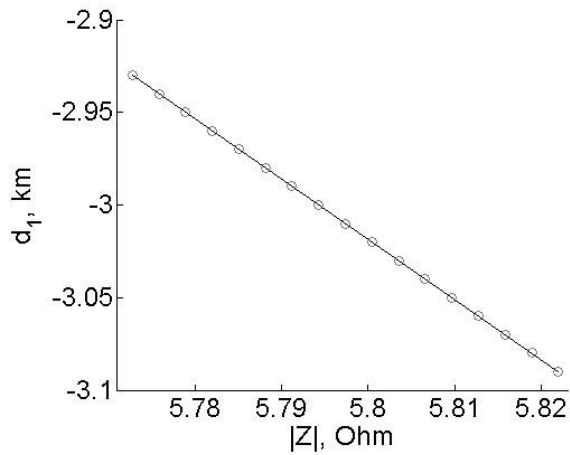


Рис. 7. Анализ изменения модуля импеданса

## Выводы

- Основная периодичность вариаций СНЧ-полей с относительной величиной до 5% – суточная с максимумом поля около полуночи и минимумом – около полудня. Главную роль в суточных вариациях поля играет ионосфера
- Вариации ионосферы вследствие изменения освещенности Солнцем, а также случайные ионосферные возмущения препятствуют обнаружению слабых суточных приливных эффектов в электромагнитном поле и в импедансе
- Наблюдения на длительном интервале времени – в течение нескольких суток – позволили сгладить влияние случайных возмущений, и тем самым улучшились условия для обнаружения медленных приливных вариаций импеданса и полей. В частности, в поведении импеданса были обнаружены 14-суточные вариации с относительным размахом в пределах 0.3%-0.5%. При этом колебания происходили практически в противофазе с медленной приливной волной вертикального смещения земной поверхности
- Моделирование на основе реальных значений вариаций  $Z$ , полученных в эксперименте, показало, что влияние приливных эффектов на электропроводные свойства земной коры заключалось, вероятнее всего, в относительно слабых колебаниях удельной проводимости слоев (1%-2%)



Благодарим за внимание!

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ  
(госконтракт от 11 октября 2011 г. № 16.515.12.5012)