

ВАРИАЦИИ УДЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД И ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

БАКИРОВ К.Б., САРАЕВ А.К., БЕРИКОВА Г.К.

ИГДуГТ, КГТУ им. И.Раззакова

izvestiya@ktu.aknet.kg

Авторами рассмотрены некоторые результаты сейсмоэлектромагнитных исследований и выполнен анализ данных в пределах Бишкекского прогностического полигона на основе данных измерения аппаратным комплексом АКФ-4М.

Среди значительного разнообразия сейсмоэлектромагнитных явлений, которые могут быть использованы при прогнозировании землетресений, большое внимание уделяется изучению вариаций удельного электрического сопротивления ρ горных пород перед землетресениями и электромагнитного излучения (ЭМИ) очаговых зон. Информативность этих предвестников практически подтверждена в различных сейсмоопасных регионах мира. (1,2,3,4).

При полевых работах на Бишкекском сеймопрогностическом полигоне измерения с помощью АКФ-4М регистрировались сигналы амплитудой до $8 \cdot 10^6$ кодов АЦП. В районах с высоким уровнем промышленных помех сигналы достигали значений 6–7 и более миллионов кодов АЦП. Так, на участке Кызыл-Бирдик в точке, удаленной на 3–4 км от основных линий высоковольтных передач, сигнал с частотой 50 Гц имеет уровни 2,5–3 млн. кодов АЦП. При этом отмечались отдельные импульсы, обусловленные коронарными разрядами (рис. 1). На участке Уч-Эмчек в точке, расположенной на расстоянии 6–7 км от основных линий высоковольтных передач, уровень сигнала с частотой 50 Гц не превышал $1 \cdot 10^6$ кодов АЦП.

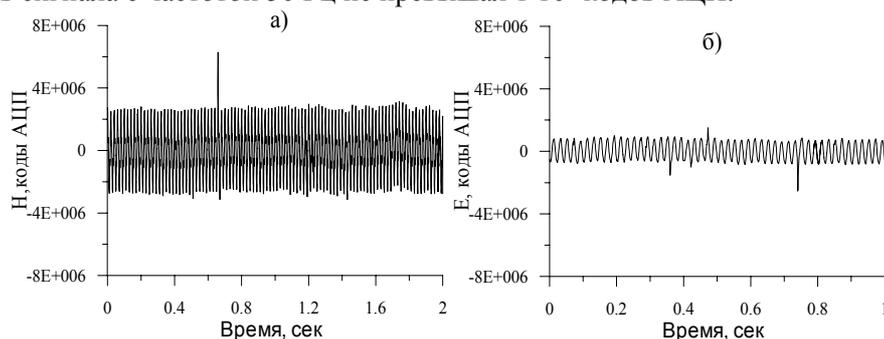
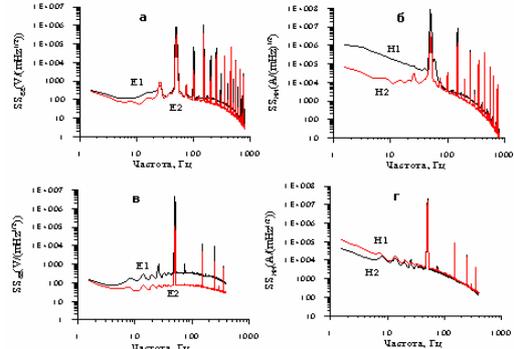


Рис. 1. Регистрация временных рядов сигналов магнитного поля на участке Кызыл-Бирдик с повышенным (а) и участке Уч-Эмчек (б) с пониженным уровнем промышленных помех.

На рис. 2 представлены автоспектры мощности электрического и магнитного полей для участков с различным уровнем промышленных помех. На автоспектрах мощности электрического и магнитного полей на точке с высоким уровнем помех (рис 2) отмечаются резкие пики на частоте 50 Гц и на четных и нечетных ее гармониках (100, 150, 200, 250, 300 ... Гц).



На рис. 2 в, г - приведены спектры, полученные на точке, расположенной на значительном удалении от линий электропередач. Как видно из графиков спектров, в этом случае выделяются только пики на частоте 50 Гц и ее нечетные гармоники. Кроме того, в диапазоне от 8 до 45 Гц на спектрах видны характерные волны на частотах Шумановских резонансов. Наличие этих резонансов указывает на присутствие в сигнале естественных электромагнитных полей, позволяющих получить качественные кривые АМТ-зондирований.

Рис. 2. Автоспектры мощности электрического (а, в) и магнитного (б, г) полей для участков с повышенным (а, б – участок Орок) и пониженным (в, г – участок Уч-Эмчек) уровнем промышленных помех.

На рис. 3 приведены кривые АМТЗ по двум точкам на участках: а – Кызыл-Туу, б – Уч-Эмчек, дающие представление о пределах изменения кажущегося сопротивления и фазы импеданса для используемого диапазона частот.

Кривые ρ_1 и ϕ_1 соответствуют азимуту 0° , а кривые ρ_2 и $\phi_2 - 90^\circ$. На этих кривых вырезаны части спектров на частотах 50, 100, 150, 200, 250 Гц с полосой 4 Гц.

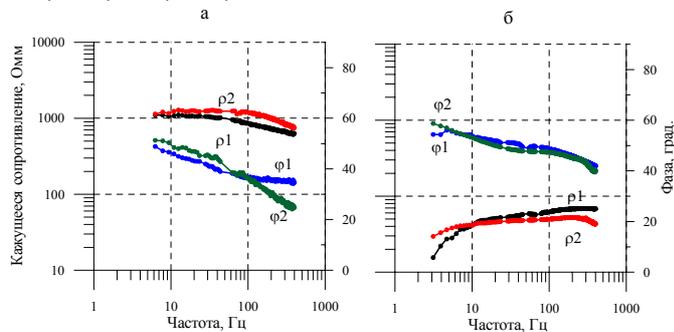


Рис. 3. Кривые кажущегося сопротивления и фазы импеданса двух точек на участках: а – Кызыл-Туу, б – Уч-Эмчек. Кривые ρ_1 и ϕ_1 соответствуют азимуту 0° , а кривые ρ_2 и $\phi_2 - 90^\circ$.

По результатам измерений методом АМТЗ на четырех точках построен профиль I–I по направлению З-ЮВ (рис. 3)

На западной точке 1 (участок Кызыл-Туу) расположенной на среднечетвертичных пролювиально-аллювиальных отложениях

(Q_{II}^1), отмечены наиболее высокие кажущиеся сопротивления 300–700 Ом·м.

На точке 2 (участок Орок) расположенной на среднечетвертичных пролювиально-аллювиальных отложениях (Q_{II}^2), разрез характеризуется кажущимися сопротивлениями 40–50 Ом·м.

На третьей точке (участок Кызыл-Бирдик), в 2 км к СВ от пос. Кой-Таш, расположенной на среднечетвертичных пролювиально-аллювиальных отложениях (Q_{II}^2), разрез характеризуется кажущимися сопротивлениями 80–300 Ом·м.

На четвертой точке (участок Уч-Эмчек) расположенной на среднечетвертичных пролювиально-аллювиальных отложениях (Q_{II}^1), разрез характеризуется кажущимися сопротивлениями 40–90 Ом·м.

По профилю I–I построен геоэлектрический разрез в двумерной интерпретации (2D) по программе REBOOK (рис 3). Данный разрез условный ввиду того, что построен по малому числу точек, а также по той причине, что направление не ортогонально, а практически параллельно основным структурам. Кривые АМТЗ на пикетах 18, 22, 19 в низкочастотной части искажены близостью толщи низкого удельного сопротивления, слагающей Чуйскую долину.

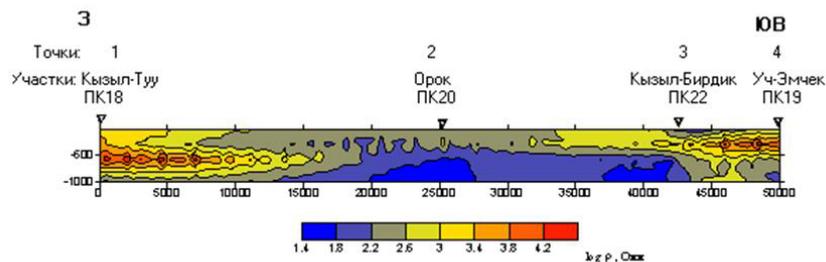


Рис. 3. Геоэлектрический разрез данных АМТЗ по профилю I–I в двумерной интерпретации (2D) по программе REBOOK

Из рис. 3 видно, что в глубинной части разреза в точке 1, пикет 18 (участок Кызыл-Туу) присутствуют толщи с удельными сопротивлениями 1000–10000 Ом·м, а в точке 2, пикет 20 (участок Орок) преобладают толщи с удельными сопротивлениями 40–80 Ом·м.

В точках 3 и 4, соответствующих пикетам 22 (участок Кызыл-Бирдик) и 19 (участок Уч-Эмчек), в разрезе присутствуют толщи с удельными сопротивлениями 1000–10000 Ом·м.

На рис. 4 приведены примеры кривых АМТЗ в точках зондирования на участках, характеризующихся различными геологическими условиями. В одной из точек на участке Таш-Башат, приуроченной к средне-верхнедевонским интрузиям D_{2-3} (граносиениты), кривые кажущегося сопротивления ρ_k для направлений $MN = 0^0$ и 90^0 на частотах выше 100 Гц отличаются в два раза. На низких частотах (менее 10 Гц) кривые ρ_k сближаются и пересекаются. Кривые фазы импеданса φ_z на частотах выше 100 Гц близки между собою, а с понижением частоты заметно расходятся. Значения ρ_k в данной точке участка меняются в пределах 200 – 600 Ом. Такой характер кривых свидетельствует о наличии неоднородностей в приповерхностной части разреза и на глубине.

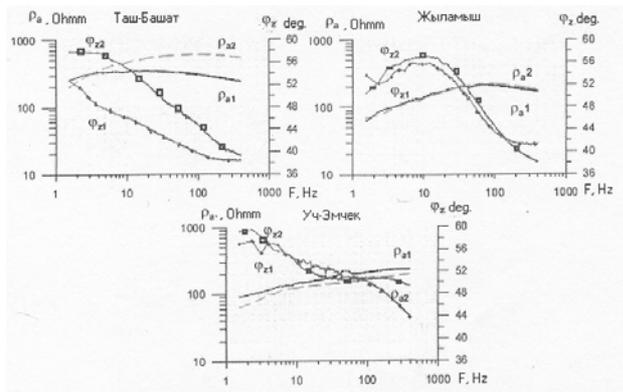


Рис. 4. Кривые кажущегося сопротивления и фазы импеданса точки тензочувствительного участка Таш-Башат и точек нечувствительных участков - Жыламыш и Уч-Эмчек.

На рис. 5 представлены графики вариаций кажущегося сопротивления для азимута $MN = 90^0$ для точек участков Таш-Башат и Уч-Эмчек. Как видно из рисунка, в нечувствительной точке участка Уч-Эмчек значения кажущегося сопротивления в течение дня практически не меняются, в то время как в тензочувствительной точке участка Таш-Башат изменения кажущегося сопротивления в течение дня составляли в среднем 2 - Ом или около 5% относительного уровня $\rho_k = 400 - 600$ Ом.

Результаты мониторинга в тензочувствительной точке участка Таш-Башат с 01.06 по 06.06.2005 г. показали, что для азимута $MN = 0^0$ суточные изменения ρ_k были менее заметные, чем для азимута $MN = 90^0$, но при этом наблюдается прямая корреляция графиков ρ_k и вертикальной приливной деформации dH (рис. 6).

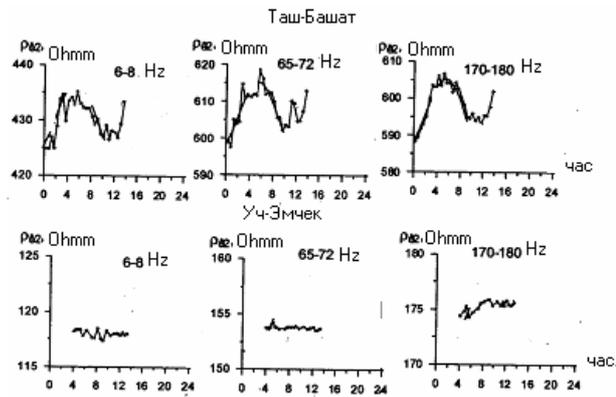


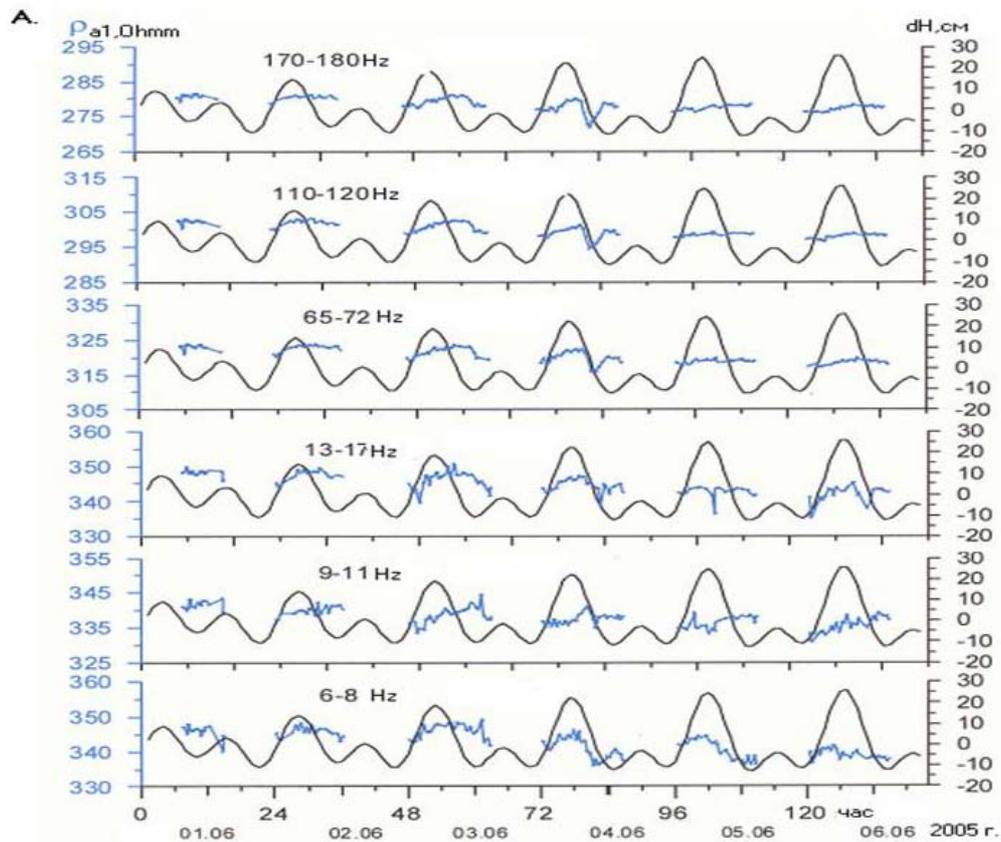
Рис. 5. Вариации кривых кажущегося сопротивления $\rho_k 2$ азимута $MN = 90^0$ для частот 6-8 Гц, 65-72 Гц и 170-180 Гц для тензочувствительного участка Таш-Башат и нечувствительного Уч-Эмчек

Анализ результатов мониторинга по выбору участков для проведения мониторинга показал, что наиболее оптимальными, как с точки зрения уровня промышленных помех, так и в геологическом отношении являются участки - Жыламыш и Таш-Башат.

Участки Уч-Эмчек и Кызыл-Бирдик характеризуются относительно невысоким уровнем промышленных помех, однако их тензочувствительность оказалась невысокой в связи со значительной мощностью четвертичных отложений.

Участки Кызыл-Туу и Орок характеризуются наиболее высоким уровнем промышленных помех, и поэтому являются неблагоприятными для проведения мониторинга.

Пример обработки данных регистрации временных рядов и построения динамического спектра приведен на рис. 6. На рисунке горизонтальные линии повышенной плотности соответствуют сигналам Шумановских резонансов. Кроме этого наблюдаются вертикальные линии повышенной спектральной плотности по всему частотному диапазону в определенные промежутки времени, которые могут быть связаны с электромагнитной эмиссией.



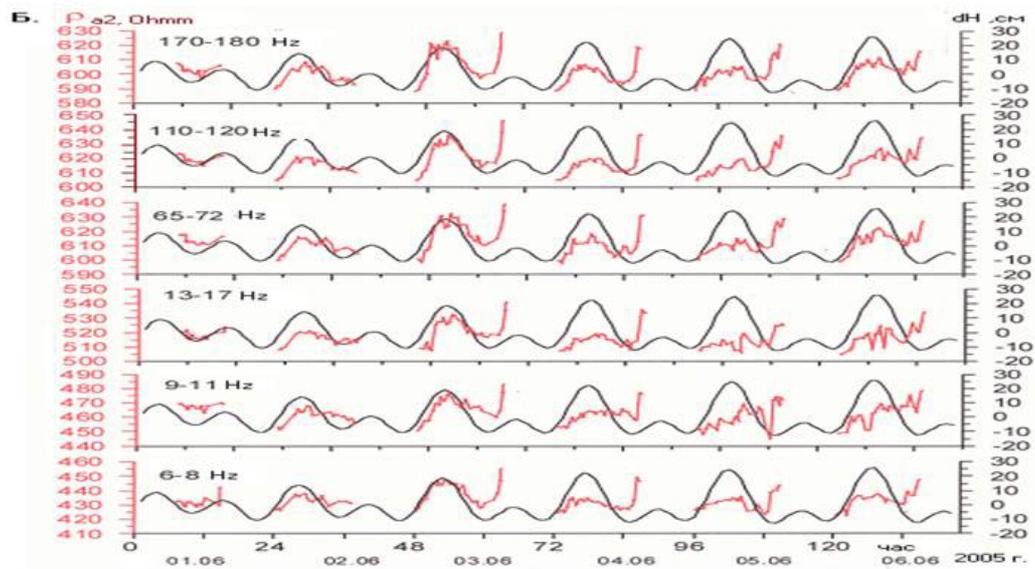


Рис. 6. Сопоставление значений кажущегося сопротивления на различных частотах и вертикальной составляющей приливной деформации (dH) за период с 01.06.- 06.06.2005 г. на участке Таш-Башат: А - для азимута $MN = 0^{\circ}$ и Б - для азимута $MN = 90^{\circ}$

Литература

1. Абдуллабеков К.Н. Электромагнитные явления в земной коре. Ташкент, Изд-во ФАН, 1989, 204 с.
2. Бакиров К.Б., Геомагнитные явления и сейсмотектонические процессы Кыргызского Тянь-Шаня. Бишкек: Илим, 2005, 114 с.
3. Saraev A.K., Pertel M.I., Prokofjev and Bakirov K.B. Prospects of the AMT- monitoring of seismic activity in Bishkek prediction test site / The 3th International symposium « Geodynamic and geocology of high mountain regions in XXI century» Bishkek, 30 October-4 November 2005.
4. Сараев А.К., Пертель М.И., Малкин З.М. Проявление деформаций земной коры, вызванных приливами, в изменениях электромагнитного поля СНЧ-радиоустановки // Вопросы геофизики. Вып. 35. СПб.: Изд-во С.-Петербургского ун-та, 1998. - (Ученые записки СПбГУ; № 433).