

ФАЗОВЫЕ СДВИГИ ВАРИАЦИЙ ЛОКАЛЬНЫХ ГЕОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ ЭЛЕКТРОКИНЕТИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ

Ф. Х. Каримов

Институт геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии
АН Республики Таджикистан, Душанбе.

На основании аналитического моделирования динамики подземных вод геосреды в окрестностях водоёмов определены сдвиги фаз между временными ходами уровня грунтовых вод и вариаций локального геомагнитного поля. Даны оценки для скоростей фильтрации подземных вод и коэффициентов фильтрации геосреды в районе Нурекского водохранилища в Таджикистане, которые находятся в согласии с результатами полевых прецизионных профильных геомагнитных наблюдений. Выдвинуто предположение о том, что фильтрационные потоки подземных вод, обусловленные процессами подготовки тектонических землетрясений или вулканической активностью, также могут проявляться в сдвигах фаз вариаций локальных геомагнитных полей.

Ключевые слова: вариации локального геомагнитного поля, фильтрация подземных вод, электрокинетические явления.

Доклад посвящён моделированию свойств вариаций локального геомагнитного поля электрокинетической природы. Подобные аномалии были выявлены в ряде тектономагнитных исследований, в том числе выполненных на территории Таджикистана – в долине р. Сурхоб [1] и в окрестности Нурекского водохранилища [2]. Рассматривается электрокинетическая модель, основанная на явлении фильтрации грунтовых вод геосреды в окрестностях водоёмов (рис.).

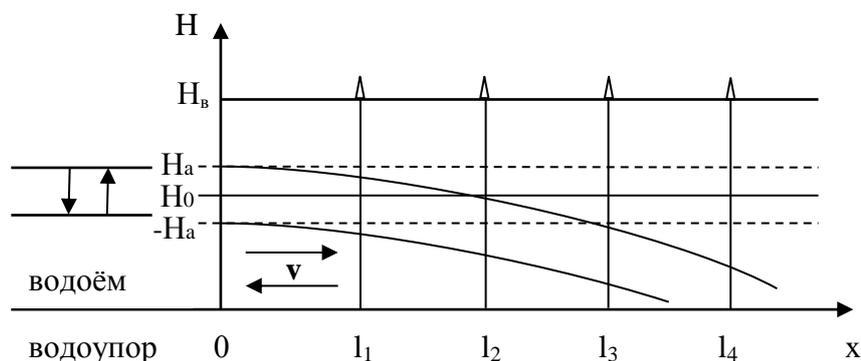


Рис. Схема расположения водоёма и подземных вод.

На рис. представлена схема водоёма и колебаний уровня его внешней поверхности H . Водоупор непроницаем, основная фильтрация подземных вод происходит в горизонтальном направлении от водоёма и к нему со скоростью v . Пункты магнитометрических наблюдений l_1, l_2, l_3, l_4 показаны треугольниками на береговой поверхности H_b .

Решается краевая задача для движения грунтовых вод в линейном приближении относительно уровня их свободной поверхности [3]. Закон движения записывается в виде уравнения второго порядка параболического типа с граничным условием в виде гармонического изменения уровня воды. Полученное решение описывает волновой, колебательный процесс с затуханием на расстоянии для движения свободной поверхности грунтовых вод H под действием периодической гидродинамической нагрузки водоёма с периодом T :

$$\Delta H = H_a \cdot \exp\left[-\sqrt{\frac{\pi}{a^2 \cdot T}} \cdot x\right] \cdot \cos\left[\frac{2\pi \cdot t}{T} - \sqrt{\frac{\pi}{a^2 \cdot T}} \cdot x\right],$$

где ΔH – отклонение уровня от равновесного положения в точке с координатой x в момент времени t , H_a – наибольшее отклонение уровня поверхности водоёма, a^2 – условное обозначение для параметра,

зависящего от коэффициента фильтрации воды k , пористости геосреды γ и среднего значения уровня поверхности водоёма H_0 –

$$a^2 = \frac{k \cdot H_0}{\gamma}$$

Приведённое решение для ΔH описывает волновой, колебательный процесс с затуханием на расстоянии для движения грунтовых вод с периодом T и длиной волны λ :

$$\lambda = 2 \cdot \sqrt{\frac{\pi \cdot k \cdot T \cdot H_0}{\gamma}}$$

Поскольку максимумы величин электрокинетических токов в ближней зоне совпадают с максимумами скорости фильтрации подземных вод, то и соответствующие максимумы вариаций локальных геомагнитных полей в точках внешней поверхности грунтов I_{1-4} (рис.) должны запаздывать по фазе.

Полученные результаты моделирования применены к результатам полевых наблюдений за вариациями локального геомагнитного поля в районе Нурекского водохранилища [2]. Было обнаружено, что на ближнем репере, расположенном в 300 м от берега водохранилища, наибольшая вариация составила около 6 нТ. Наибольший коэффициент корреляции между изменениями уровня воды и вариациями поля равен 0,8 при сдвиге фаз примерно 4 месяцев.

Найденные фазовые особенности проявления вариаций локального геомагнитного поля подтверждают электрокинетическую, а не пьезомагнитную природу обнаруженных вариаций. Здесь, с одной стороны, достаточно высоки обводнённость грунтов и минерализация подземных вод, а с другой – слишком слабы магнитные и, в частности пьезомагнитные свойства горных пород [1, 2, 4].

Для расстояния 300 м сдвиг фаз может составлять 4 месяца при средней глубине водохранилища 240 м и $T = 180$ суток в следующих случаях: если $\gamma = 0,3$, тогда для коэффициента фильтрации получается значение 10^{-7} см/с, характерное для суглинков, если $\gamma = 0,03$, то значение 10^{-8} см/с, характерное для суглинков и глин [5]. Именно такими грунтами сложен участок движения подземных вод и расположения реперов геомагнитных наблюдений. Скорость истинной фильтрации равна 10^{-5} м/с по порядку величины, длина затухания волн $\lambda = 350$ м.

Известно, что процессы подготовки тектонических землетрясений, а также вулканических извержений также сопровождаются вариациями режима подземных вод. Аномалии таких вариаций иногда называют гидрогеодинамическими. На основании выполненных в настоящей работе исследований можно ожидать, что обнаружение фазовых сдвигов в вариациях локального геомагнитного поля в зонах подготовки землетрясений или извержений вулканов будет свидетельствовать о возникновении аномалий в режиме фильтрации подземных вод и об особенностях хода тектонических процессов. Тем самым появляется принципиальная возможность составления прогнозов этих событий на основании данных о фазовых сдвигах вариаций локального геомагнитного поля.

Литература

1. Сковородкин Ю.П. Изучение тектонических процессов методами высокоточной магнитометрии // М.: ИФЗ АН СССР, 1985. 197 с.
2. Каримов Ф.Х., Прохоров А.А. Об изменении локального геомагнитного поля вблизи Нурекского водохранилища (по результатам профильных съёмки 1981-82 гг.) // Доклады Академии наук ТаджССР, 1985, том 28, №1, С. 29 – 32.
3. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики // М.: МГУ, 2004. 779 с.
4. Karimov F.H. To the theory of identification of the tectonomagnetic effects // Proceedings of the 9th International conference "Problems of Geocosmos". St. Petersburg: St. Petersburg University, Russia, 2011, P. 121, 122.
5. Цытович Н.А. Механика грунтов // М.: Высшая школа, 1979. 272 с.