

УДК 550.37

О НЕКОТОРЫХ ВАРИАЦИЯХ ЭЛЕКТРОТЕЛЛУРИЧЕСКИХ ПОТЕНЦИАЛОВ ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЙ НА ПУНКТЕ КОМПЛЕКСНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ «КАРЫМШИНА»

Ю.А. Кугаенко

Камчатская опытно-методическая сейсмологическая партия Геофизической службы РАН, г.Петропавловск-Камчатский, 683006, e-mail: ku@emsd.iks.ru

Введение. В последние годы многими исследователями уделяется пристальное внимание влиянию блочно-иерархического строения среды на особенности формирования различных геофизических полей и их отклика на внешние воздействия. В данной работе приведен пример разделения геоэлектрического отклика приповерхностного слоя коры исследуемого района на индукционное воздействие (вариации магнитного поля) и литосферные приливы, связанные с изменением напряженного состояния среды.

Естественное электрическое поле Земли как планеты обусловлено сложным комплексом геофизических явлений. Его переменная часть в основном определяется ионосферно-магнитосферными процессами, наводящими земные токи согласно закону электромагнитной индукции. Определенный вклад также вносит контактная разность потенциалов между породами различной электропроводности. Токи, вызываемые этими процессами, носят локальный характер. Распределение потенциала электрического поля несет в себе определенную информацию о строении Земли, о процессах, протекающих в нижних слоях атмосферы, в ионосфере, магнитосфере, а также в ближнем межпланетном пространстве и на Солнце. В результате обнаружение на этом фоне специфических предвестниковых вариаций, связанных с изменением свойств и состояния среды перед предстоящим землетрясением, представляет собой непростую задачу. Для ее решения необходимо изучать как свойства предвестников, так и свойства фоновых, не связанных с сейсмичностью аномалий, что является самостоятельной фундаментальной научной проблемой. Перспективным с точки зрения мониторинга является изучение отклика среды на внешние воздействия: при постоянном внешнем воздействии изменение характера отклика среды означает изменение ее свойств.

Система наблюдений. На пункте комплексных наблюдений (ПКН) «Карымшина», начавшем работу в конце 1999 года, регистрация электротеллурического потенциала (ЭТП) осуществляется на 6 диполях, относящихся к двум системам линий, ориентированных в направлениях север-юг и запад-восток (рис. 1). Датчик для регистрации ЭТП токов представляет собой вертикально расположенный в среде неэлектризующийся свинцовый электрод (стержень) длиной 50 см, верхняя часть которого заглублена на 1.3 м в грунт, залитый специальным электропроводящим цементом. Потенциал отсчитывается относительно углового датчика, обозначенного на схеме цифрой 0, для которого значение потенциала принято за 0.

Для уменьшения влияния «шумящего» нулевого электрода рассматривались ЭТП между парами электродов 2-1, 3-2, 3-1, 5-4, 6-4, 6-5, расположенных вдоль основных линий регистрации.

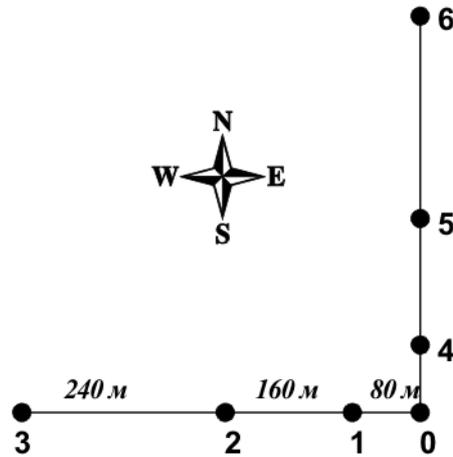


Рис. 1. Схема расположения электродов на ПКН «Карымшина».

Данные о геологическом строении района наблюдений. ПКН «Карымшина» расположен в пределах грабена реки Паратунки. Грабен образован вертикальными блоковыми перемещениями пород кристаллического фундамента в раннечетвертичное время. Мощность четвертичных отложений в районе ПКН по данным бурения около 90 м. Породы, слагающие опущенный блок Паратунского грабена, на участках трещинных зон являются коллекторами термальных вод Верхнепаратунского участка Паратунского гидротермального месторождения. К толще рыхлых четвертичных отложений приурочен близповерхностный безнапорный водоносный горизонт холодных (3-5°C) грунтовых вод, его мощность достигает нескольких десятков метров. Это создает возможность для существования естественных электрических полей локального характера, обусловленных химическими реакциями, а также диффузионными и фильтрационными процессами, интенсивность которых зависит от геологического строения исследуемого района.

Система электротеллурических наблюдений расположена на серии конусов выноса, сложенных рыхлыми осадочными отложениями. Основной конус выноса достаточно древний, в настоящее время активно не развивающийся. Крайний западный электрод (№ 3) находится на другом, более молодом конусе выноса. Граница этих структур проходит по разлому северо-западного простирания, погребенному под толщей отложений, картируемому при дешифровке аэрофотоснимков. Таким образом, по имеющимся геологическим данным диполи, ориентированные в широтном и меридиональном направлениях, находятся в неодинаковых геологических условиях: линия «запад-восток» пересекает разлом фундамента, скрытый осадочными отложениями, и границу двух разновозрастных конусов выноса, что говорит и о различных орогидрографических условиях для электродов этой линии.

Регулярные вариации ЭТП. Из анализа записей 2000-2002 гг. выявлено, что теллурическое поле в пределах полигона неоднородно. В направлении на север от нулевого электрода потенциал возрастает, а в направлении на запад знак градиента меняется с положительного на линии между электродами 2-1 на отрицательный на линии между электродами 3-2, что говорит о сложном геоэлектрическом строении исследуемого объема. Основной особенностью годового хода градиентов ЭТП является сезонный минимум, совпадающий с периодом таяния снежного покрова (со второй половины апреля, когда среднесуточная температура воздуха переходит через ноль, до середины июня).

Регулярные суточные вариации магнитного поля, а, следовательно, и ЭТП, являются результатом существования солнечно-суточной системы электрических токов в нижней ионосфере [1]. Эти вариации обусловлены изменением условий освещенности Земли при ее вращении вокруг оси. В результате ионизирующего действия коротковолнового солнечного излучения повышается электропроводность проводящего слоя ионосферы, а нагрев (термический прилив) наряду с относительно слабым гравитационным воздействием приводит его в движение. Поток солнечного излучения меняется с периодом 24 часа, имея максимум в полдень. Имеется также интенсивная полусуточная гармоника, которая имеет резонансное происхождение на периоде 12 часов. Обе эти мощные гармоники имеют в основном негравитационное происхождение, своим существованием они обязаны термическим и резонансным эффектам в атмосфере. Еще одна регулярная вариация электромагнитного поля Земли, имеющая космическое происхождение, - лунно-суточная приливная вариация L с периодом, равным половине лунных суток ($T=12.42$ часа). Она возникает благодаря гравитационному воздействию Луны на проводящие слои ионосферы.

На рис. 2 приведены спектры градиентов ЭТП. Выделены гармоники, соответствующие периодам солнечно-суточной S и лунно-суточной L вариаций электромагнитного поля Земли и периодам основных волн гравитационного потенциала [2]. Вариации S соответствуют гравитационные волны K_1 и P_1 , вариации $L - M_2$. Четко видны также кратные гармоники 24-часовой компоненты, S_2 - полусуточная гармоника атмосферного прилива с периодом 12 часов, и лунная главная волна O_1 с периодом 25.82 часа. Наличие этих гармоник в записях градиентов ЭТП говорит о том, что мы фиксирует геоэлектрический отклик среды на внешние воздействия различной природы: гравитационные и индукционные.

Солнечно-суточная вариация выделена с помощью процедуры синхронного суммирования [3]. Основной экстремум суточного хода (минимум для диполей широтного направления и максимум для диполей меридионального направления) приходится на 1:30 UT зимой, что соответствует местному среднесолнечному времени, и сдвигается на 23:30-0:30 UT в летние месяцы.

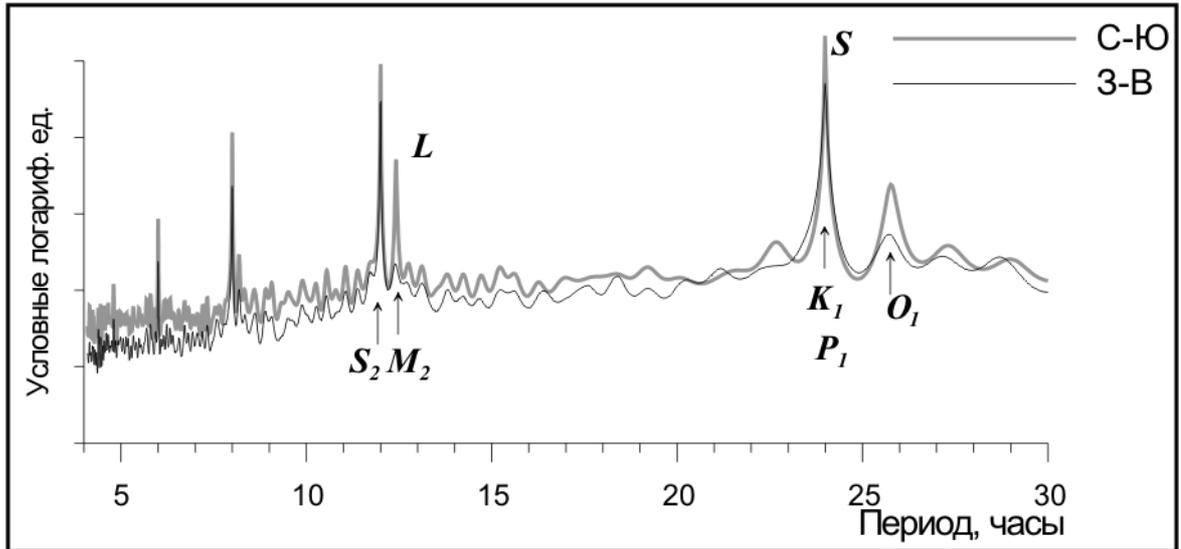


Рис. 2. Осредненные спектры градиента ЭП для линий широтного и меридионального направлений.

Амплитуда солнечно-суточной вариации меняется в течение года от 0.04 мВ/км летом до 0.01 мВ/км зимой. На годовой ход амплитуды S в ЭП накладывается продолжительная аномалия, приходящаяся на период таяния снежного покрова и разрушающая экстремум, соответствующий периоду максимальной освещенности (рис. 3). Аномальные точки

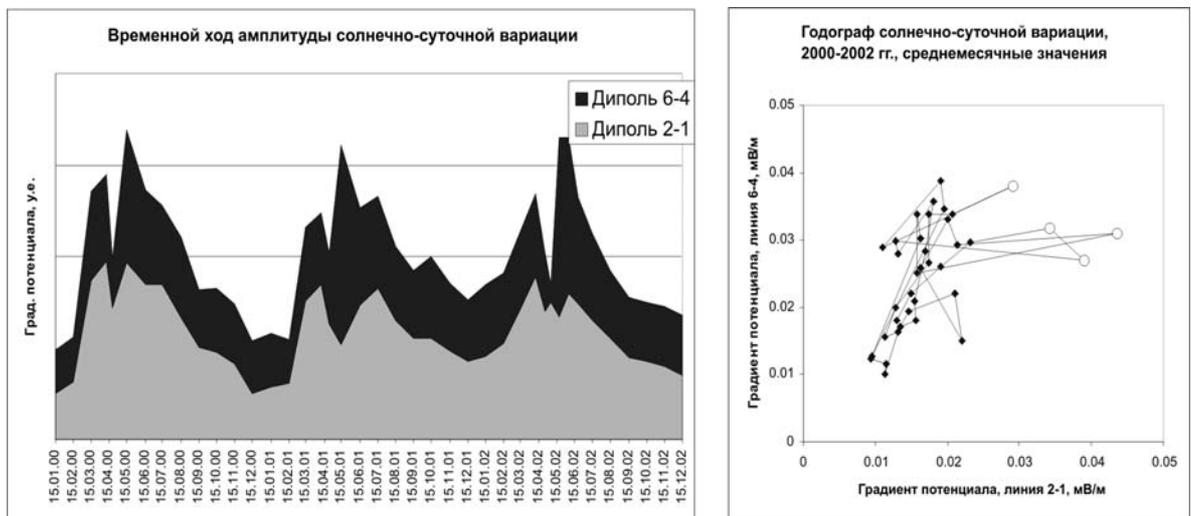


Рис. 3. Временной ход и годограф солнечно-суточной вариации градиента ЭП в 2000-2002 гг.

годографа потенциала для среднемесячных значений S соответствуют этим месяцам. Это говорит о влиянии потенциалов фильтрации временной токовой системы, появляющейся из-за интенсивного сезонного движения подземных вод в субширотном направлении.

На рис. 4 приведены гармонические компоненты градиента ЭП, соответствующие основным периодам приливного потенциала. Для диполей направления север-юг вариации ЭП на всех периодах достаточно однообразны: они сфазированы и сохраняют соотношение амплитуд. Однако на линии запад-восток волны с периодами 24 и 12 часов (солнечно-суточ-

ная вариация и термический прилив), для которых волны атмосферного прилива являются достаточно сильными, но имеют негравитационное происхождение, оказывают на вариации ЭТП на последовательных диполях влияние, заметно отличающееся от эффекта волн гравитационного потенциала. А именно:

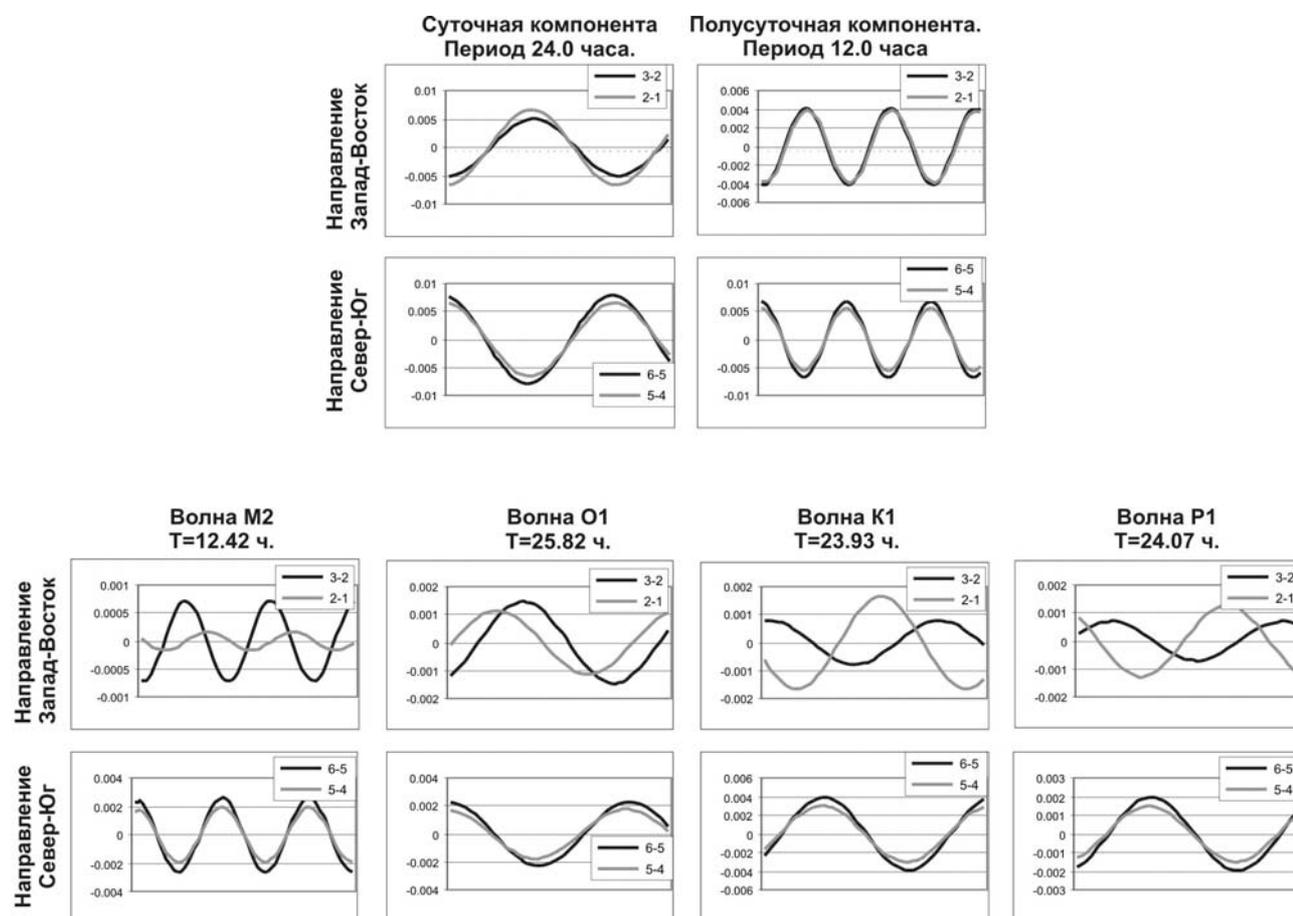


Рис. 4. Гармонические компоненты градиента ЭТП, соответствующие основным периодам приливного потенциала.

- Вариации сфазированы только на периодах волн индукционной для теллурических токов природы; на периодах волн, имеющих сильную гравитационную компоненту, этого не наблюдается: фазы волн различны для разных периодов.
- Соотношение амплитуд вариаций для гармоник гравитационного происхождения различно в отличие от гармоник, обусловленных солнечно-суточными вариациями и термическими эффектами в нижней ионосфере.

Вывод. Выявлено различие в характере геоэлектрического отклика исследуемой среды на внешние воздействия, обусловленные преимущественно индукционными либо гравитационными причинами. Этот эффект обнаружен для двух конкретных диполей, последовательно расположенных на одной линии и находящихся по существующим представлениям в различных геологических условиях. Характерный отклик на гравитационное воздействие по

зволяет предположить, что в дальнейшем на ПКН «Карымшина» возможно обнаружение эффектов, связанных с изменениями напряженного состояния среды перед готовящимися сильными землетрясениями, так как при постоянном внешнем воздействии изменение отклика среды означает изменение ее свойств.

Регистрация ЭТП на ПКН «Карымшина» ведется при поддержке гранта МНТЦ по проекту № 1121. Обобщение данных по геологическому строению района выполняются в рамках ФЦП «Интеграция науки высшего образования России на 2002-2006 годы» по проекту «Совместные экспедиционные исследования вулканических районов Камчатки для оценки геотермальных ресурсов и прогноза опасных природных процессов».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акасофу С.И., Чепмен С. Солнечно-земная физика. Ч. 2. М.: Мир, 1975. 510 с.
2. Мельхиор П. Земные приливы М.: Мир, 1968. 482 с.
3. Серебrenников М.Г., Первозванский А.А. Выявление скрытых периодичностей М.: Наука, 1965. 244 с.