

Токтосопиев А.М., Бегалиев Д.К.

**ЛОКАЛЬНЫЕ ВОЗРАСТАНИЯ ЭЛЕКТРОТЕЛЛУРИЧЕСКИХ
ТОКОВ ПЕРЕД ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯМИ**

A.M. Toktosopiev, D.K. Begaliev

**LOCAL INCREASES ELECTROTELLURIC CURRENTS
BEFORE EARTHQUAKES**

УДК: 550.341.5

Описаны изменения значений локальных аномальных возмущений электротеллурического поля в земной коре перед землетрясением.

These changes in the values of local anomalous electrotelluric field disturbances in the earth's crust before the earthquake.

Между двумя электродами в Земле нормально протекают электрические токи, получившие названия теллурических. Они возникают вследствие протекания разнообразных процессов в около земном пространстве и в самой Земле. установлено периодичность средней интенсивности теллурических токов в соответствие ее периодичности магнитных вариаций и корреляций солнечной активности. Теллурические поля описываются несколько различающимися закономерностями в высоких и средних широтах.

Локальные изменения значения теллурических токов могут быть вызваны внешними причинами, например, вариациями токов в ионосфере, падением на Землю из ионосферы магнитогидродинамических волн, изменениями электрического поля в атмосфере. Вариации электротеллурических токов могут быть обусловлены явлениями в литосфере. В частности при формировании очага землетрясения. Возможно, что перед землетрясением происходит резкое изменение величины электропроводности пород и ее анизотропии в области очага. Эти изменения обуславливаются комплексом явлений в очаге: снятием в упругих и электрических напряжений, генерацией тепла, образованием зоны трещиноватости или зоны пластических деформаций горных тел, уплотнение тел, возникновением новых электрических полей, вследствие пьезоэффекта, генерирование полей в трещине и т.д. Возникновение ЭДС в данном объеме вызовет появление дополнительных теллурических токов и уменьшение измеряемого кажущегося сопротивления.

Вследствие пьезоэлектрического эффекта в горных породах, содержащих кварц, в сейсмоактивных районах, а в результате изменения механического напряженного состояния может возникать объемная электрическая поляризация. В частности, обладающие пьезоэлектрическим эффектом граниты, в случае их залегания в зоне будущего очага будут слу-

жить преобразователем механической энергии в электрическую. Высказано мнение, что указанное явление может позволить путем регистрации ЭТП (электротеллурического поля) судить о процессе подготовки и протекания землетрясений [1].

Возможная связь процесса подготовки землетрясений с изменением ЭТП представляется следующим образом. На последнем этапе подготовки очага землетрясения вследствие ускорения процесса накопления упругих напряжений в породах может резко возрасть скорость изменения их напряженного состояния: это вызовет появление связанных электрических зарядов в пьезоэлектрических породах, возникновение электрических полей и токов компенсации этих зарядов.

Локальные возрастания электротеллурических токов могут являться следствием возникновения местных электрических полей и способом кратковременного прогноза близкого, в радиусе нескольких десятков километров землетрясения в ЭТП суточный ход теллурических токов можно объяснить действием лунных приливов, вызывающих пластическую деформацию пород, что и дает скачок электропроводности [2].

Вероятно, можно сделать вывод, что изменение значений токов в земле или напряженности электрического поля в атмосфере не может явиться абсолютным методом прогнозирования землетрясений, надо учитывать также геологические и физические условия и состав горных пород в данном районе. Так, например, наличие горных пород очень малой электропроводности обусловит очень малые токи и малую величину их изменений. В этом случае измерения нужно будет вести, используя изменения магнитного поля с большим периодом колебания. При таких условиях измерения быстрые изменения значений земных токов останутся незамеченными [3].

С 1965 года сотрудниками Института физики Земли, установлено, что электрические возмущения возникают в при электродной зоне за счет сейсмоэлектрического эффекта второго рода и явлений на контакте электрод-почва. В двух случаях, было обнаружено опережение электрическими колебаниями волны Р, землетрясений на 1.5 сек. На одной из электрограмм был зарегистрирован электрический импульс, по времени совпадающей с определенным, по

сейсмологическим данным, моментом землетрясения. Наблюдалось некоторые особенности длинно периодных колебаний ЭТП в прибрежной зоне Камчатки. Установлены некоторые закономерности суточных длинно периодных вариаций ЭТП и характер типичных возмущений с периодом $T=3$ часов восточного побережья Камчатки, которые регистрировались всеми станциями земных токов.

Авторы делают вывод, что возмущения потенциала, возможно, обусловлены изменением потенциала геоэлектрического поля в области его регистрации в момент землетрясения. Возможно также, что наблюдаемые возмущения обусловлены механическими колебаниями пород в момент прохождения сейсмических волн [3].

С целью изучения вариаций ЭТП, его изменений во времени и связи с сейсмичностью нами созданы пункты наблюдений на территории Бишкекского геодинамического полигона Кыргызстана.

Измерены закономерности проявления аномальных эффектов в ЭТП сейсмического происхождения, установлены параметры в аномальных проявлениях, которые указывают на связь с землетрясениями. Наблюдения горизонтальной составляющей ЭТП в 1988-90 г.г. на Иссык-Атинском разломе, приведены примеры аномальных изменений ЭТП длительностью около 1,5 месяца перед местными землетрясениями с $K>12$ и эпицентрными расстояниями от 15-26 км. [4]. Показано, что обнаруженные аномалии величиной до 25 мВ перед землетрясением 5.III.89 г. с $K=12.6$ не носят сезонного характера. Характерной особенностью выполненных измерений оказывается то обстоятельство, что аномалии фиксируются не всеми измерительными диполями что прямо указывает на локальный и ориентированный источник возмущения. Сопоставление полученных данных с особенностями геологического строения (электросопротивления ρ_0 по данным электротзондирования) позволяет предположить, что аномалии связаны с местными геоэлектрическими особенностями в зоне, которых расположены приемные линии.

Сопоставление ЭТП с временным ходом dz магнитного поля показывает, что бухтообразные искажения аномальных изменений магнитного поля, непосредственно предвещающие землетрясение и возникающие в фазе смены знака магнитного поля, обусловлены заключительной фазой электромагнитных явлений, связанных с динамическими процессами в земной коре. Видимо, это связано с тем, что в течение некоторого времени происходит изменение состояния горных пород, которое сопровождается соответствующим изменением их намагниченности.

В структуре ЭТП горизонтальной составляющей всегда проявлялись высокочастотные кратко периодные аномалии перед всеми землетрясениями с $K>9$, причем по анализу возмущений фиксируемых на линиях различной ориентации делается вывод о возникновении в период подготовки местных землетрясений. Эти короткопериодные аномалии хорошо фиксируются на линии, расположенного по прости-

рани разлома. Полученные результаты подтверждают предположение о том, что источники аномальных изменений ЭТП не совпадают с собственно очаговой зоной готовящегося сейсмического события, а связаны с очагом, опосредовано через деформацию блоковой среды, т.е. имеют вторичные происхождения. Здесь можно отметить, что на станции расположенной на расстоянии 20км к западу от эпицентра землетрясения (5.III.89), так и на станции Ала-Арча (на расстоянии 15км. к югу), отмечается понижение ЭТП горизонтальной составляющей, а на ст.Белогорка на расстоянии 35 км. не отмечается такого эффекта, тем самым подтверждается мозаичного контроля предвестников макроразрушения.

Учитывая все вышеперечисленные недостатки неполяризующих электродов, мы при регистрации вертикальной составляющей ЭТП, впервые использовали нетрадиционный метод подбора электродов, т.е. мы использовали в качестве электрода железную обсадку скважины. Выбор такого нетрадиционного подхода по использованию электродов связано с двумя причинами:

1. Скважина и даже колодец являются чувствительными объемными деформометрами и прямо отражают изменения напряженно деформированного состояния в земле.

2. Изменения уровня барометрического давления воды и значительная литологическая неоднородность участка и различие пород по удельному электросопротивлению для мест залегания обсадки создают неравномерность электрохимических процессов на поверхности металлического электрода (в нашем случае обсадки). Форма связи уровня воды и ее количества в значительной мере определяет характер протекания электрохимических процессов. В результате создаются вариации электродного потенциала различной амплитуды и длительности.

По исследованию аномальных особенностей ЭТП вертикальной составляющей отмечается, что перед землетрясениями аномалии выделяются не на всех диапазонах частот, а в большинстве случаев они обнаруживаются в диапазоне частот 0,01-0,1 Гц, 1 Гц редко 1-9 кГц. Характер аномалий отличается в различных диапазонах частот. Обнаружены впервые в диапазоне 1Гц «П-образные» сигналы сейсмического происхождения. Такая форма сигнала наблюдалась только в периоды времени, приуроченных к землетрясениям с $M \geq 4$.

Длительность «П-образных» всплесков составляет 10-60 минут и проявлялось в большинстве случаев за 6-8 суток до главного толчка. Исключением является Суусамырское землетрясение с $M=7.3$ где «П-образные» сигналы обнаружены за 75 суток до события. С 1992 г. по 1997 году всего произошло 29 землетрясений с $M \geq 3,8$ на расстоянии от пункта наблюдений ЭТП 120-455 км. Из них в 15 случаях до главных толчков зарегистрированы «П-образные» аномалии там, где эпицентрные расстояния в основном располагались до 300 км.

В результате анализа длительных рядов наблюдений выделены 2 типа землетрясений, характеризующиеся количеством дней в течении которых возмущения проявляются не более 1 суток. Ко второму типу землетрясений относятся возмущения, наблюдающиеся более 1 суток. Анализ места расположения эпицентров этих типов землетрясений, относительно существующих активных разломов на территории Кыргызстана показал, что для первого типа очаги землетрясений с образованием новых разрывных нарушений среды. Такой процесс хорошо наблюдается перед Суусамырскими землетрясениями (19.VIII.92, M=7.3) [4].

На основе анализа геоэлектрической обстановки на площади наблюдения с привлечением данных деформометрических измерений и уровнем подземных вод делается предположение, что этот предвестник ЭТП вер. обусловлен значительными изменениями напряженно-деформированного состояния в области регистрации, и в особенности, зоны близко расположенного Иссык-Атинского разлома, где отмечены максимальные изменения гидродинамики.

Полученные данные отчетливо указывают на зависимость регистрируемых эффектов от геолого-

геофизического строения региона. Информативность измерений позволяют сделать вывод не только о возможности контроля за напряженно-деформированным состоянием земной коры в регионе по наблюдением на сети станций, но и целесообразности выделения разработанных методов и аппаратуры в практику краткосрочного прогноза землетрясений.

Литература:

1. Соболев Г.А., Морозов В.Н. Сборник «Физические основы поисков методов прогноза землетрясений». Изд. «Наука», 1970г.
2. Томашевская И.С. Сборник «Физические основы методов прогноза землетрясений». Изд. «Наука», 1970г.
3. Соболев Г.А. и другие. Издательство АН СССР «Физика Земли» №2, 1972г.
4. Токтосопиев А.М. Автореферат диссертации на соискании уч.степени д.ф.-м.н. «Электромагнитные процессы в связи с сейсмичностью (на примере Северо-Тянь-Шаньского сейсмического пояса)», 04.00.22 геофизика, Ташкент-1999, С.34.