

УДК 550.37:550.343

Токтосопиев А. М.
Институт сейсмологии НАН КР
г. Бишкек, Кыргызстан

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ЯВЛЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ КЫРГЫЗСТАНА

Аннотация. В статье изложены результаты исследований аномальных возмущений естественного импульсного электромагнитного поля (ЕИЭМП), электротеллурического поля (ЭТП), атмосферного электрического поля (АЭП), наблюдения с привлечением данных деформометрических измерений и уровнем подземных вод, связанных с сейсмотектоническими процессами в земной коре Кыргызстана.

Ключевые слова: формы сигналов ЕИЭТП, ЭТП и АЭП; зависимость регистрируемых эффектов от геологогеофизического строения региона.

КЫРГЫЗСТАНДЫН ТЕРРИТОРИЯСЫНДАГЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТТИК КУБУЛУШТАРДЫ ИЗИЛДӨӨНҮН КОМПЛЕКСТТИК АНАЛИЗИ

Кыскача мазмуну. Макалада Кыргызстандын жер кыртышындагы сейсмотектоникалык процесстерге байланыштуу табийгый импульстук электромагниттик талаанын, электротеллурикалык талаанын, атмосферанын электр талаасынын аномалдык дүүлүгүлөрү келтирилет.

Негизги сөздөр: ЕИЭМП, ЭТП, АЭП сигналдарынын мейкиндик формалары, жана аларда катталган эффектердин региондун геологогеофизикалык түзүлүшүнө көз карадылыгы.

COMPREHENSIVE ANALYSIS OF THE RESULTS OF THE STUDY OF ELECTROMAGNETIC PHENOMENA IN THE TERRITORY OF KYRGYZSTAN

Abstract: The article presents the results of studies of anomalous disturbances of the natural pulsed electromagnetic field (EIEMF), the electrotelluric field (ETP), the atmospheric electric field (AEP), observations using data from deformometric measurements and groundwater levels associated with seismotectonic processes in the Earth's crust of Kyrgyzstan.

Keywords: signal forms of EIETS, ETP and AEP; dependence of the recorded effects on the geological and geophysical structure of the region.

Результаты совокупного анализа

В статье изложены результаты работ по установлению эмпирических связей пространственно - временных особенностей наблюдаемых электромагнитных аномалий с конкретными землетрясениями. При этом под «предвестниками» землетрясений понимается аномальное поведение электромагнитных параметров в период, предшествующих землетрясению. После землетрясения через определённое время, различное для разных видов предвестников, аномальные отклонения исчезают.

Сформируем основные результаты исследований возмущений ЕИЭМП при сейсмических процессах.

I. Результаты исследований методом счета импульсов естественного импульсного электромагнитного поля (ЕИЭМП).

1. В акте землетрясения возмущения ЕИЭМП не зафиксированы, даже при измерениях в эпицентральной зоне сильного Жаланаш - Тюпского землетрясения (25.03.1978 г.).

2. При наблюдениях в зоне подготовки землетрясений возмущения ЕИЭМП были связаны с нарушением регулярности суточного хода и изменением интенсивности регулярных максимумов. Так, например, для Жаланаш - Тюпского и Алайского землетрясений была нарушена регулярность суточных ходов. В ночное время регистрировался относительный минимум ЕИЭМП. В других же случаях интенсивность ночного максимума резко возрастала. Причём эти возмущения могли проявляться последовательно. Для слабых землетрясений возмущения ЕИЭМП были связаны с увеличением интенсивности регулярных максимумов.

3. При наблюдениях за пределами зоны подготовки землетрясений возмущения ЕИЭМП в совокупности носили характер, отмеченный в п.2.

4. Эффекты нарушения суточных ходов ЕИЭМП выделены в основном перед сейсмическими событиями, тяготеющими к зонам крупных разломов (таблица 1, рисунок 1). Аномалии для одних и тех же зон были идентичны по форме (Барскаунские землетрясения 1979 и 1980 гг.).

5. Возмущения ЕИЭМП перед землетрясениями по данным регистрации в двух взаимно-перпендикулярных направлениях носили синхронный характер.

6. Длительность возмущений лежала в широких пределах, от нескольких часов до нескольких суток. Для установления зависимости длительности возмущений от энергии событий имеющихся данных недостаточно. Однако, наблюдается тенденция увеличения длительности возмущений с ростом энергии событий. Из этих данных также следует, что длительность возмущения ЕИЭМП перед землетрясениями зависит от местоположения пункта регистрации относительно эпицентральной зоны, т.е. имеется тенденция к её уменьшению с ростом эпицентрального расстояния. Этот вывод можно иллюстрировать данными по возмущению ЕИЭМП перед Жаланаш-Тюпским, Алайским и Иранским землетрясениями.

Таблица 1.

№	Число	Месяц	Время UTC ч. м.	Координаты эпицентра		M	R, км	Rд, км	Названия землетрясений	Эффект
				φ	λ					
1978 г.										
1.	02	02	00-35	43.10	78.10	4.4	70	78	–	+
2.	03	03	08-29	42.00	79.80	5.6	135	256	–	–
3.	03	03	21-05	42.00	79.80	6.1	55	420	Жаланаш- Тюпское	+
4.	04	04	06-11	41.20	75.30	4.4	295	78	–	+
5.	04	04	03-33	43.80	76.70	4.4	150	78	–	–
6.	09	09	15-35	33.20	57.50	7.2	2000	1250	Иранское	+
7.	10	10	14-20	39.20	74.40	6.1	700	420	–	–
8.	10	10	16-08	39.90	76.80	4.4	312	78	–	–
9.	11	11	19-18	39.20	72.36	6.7	600	760	Алайское	+
10.	11	11	06-24	39.26	72.30	5.6	600	256	Алайское	+
1979 г.										
11.	06	04	18-30	42.00	77.50	5.0	105	140	Барскаунское	+
12.	09	05	18-41	42.10	79.10	5.0	75	140	–	+
13.	22	05	14-48	42.10	75.90	4.4	200	78	–	–
14.	07	09	15-39	41.50	75.20	4.4	235	78	–	+

15.	25	09	13-05	45.00	77.00	5.6	320	256	Баканасское	+
16.	15	11	01-33	41.40	72.68	4.4	487	78	–	+
1980 г.										
17.	15	02	09-09	41.00	78.80	4.4	160	78	–	+
18.	16	03	01-44	41.60	75.70	4.0	320	60	–	–
19.	19	03	00-42	41.20	75.20	4.4	280	78	–	+
20.	05	07	20-25	41.90	77.50	5.6	118	256	Барскаунское	+
21.	04	09	06-47	44.30	79.13	4.4	200	78	–	–
22.	31	07	19-03	39.30	74.48	5.3	450	140	–	+
1981 г.										
23.	03	03	05-52	39.19	72.36	6.1	625	300	–	–
24.	23	04	09-47	40.00	75.60	4.6	357	80	–	–
25.	30	08	04-04	42.90	78.45	4.6	75	80	–	–

R – эпицентральное расстояние для ст. «Пржевальск»

R_д – зона проявления деформационных

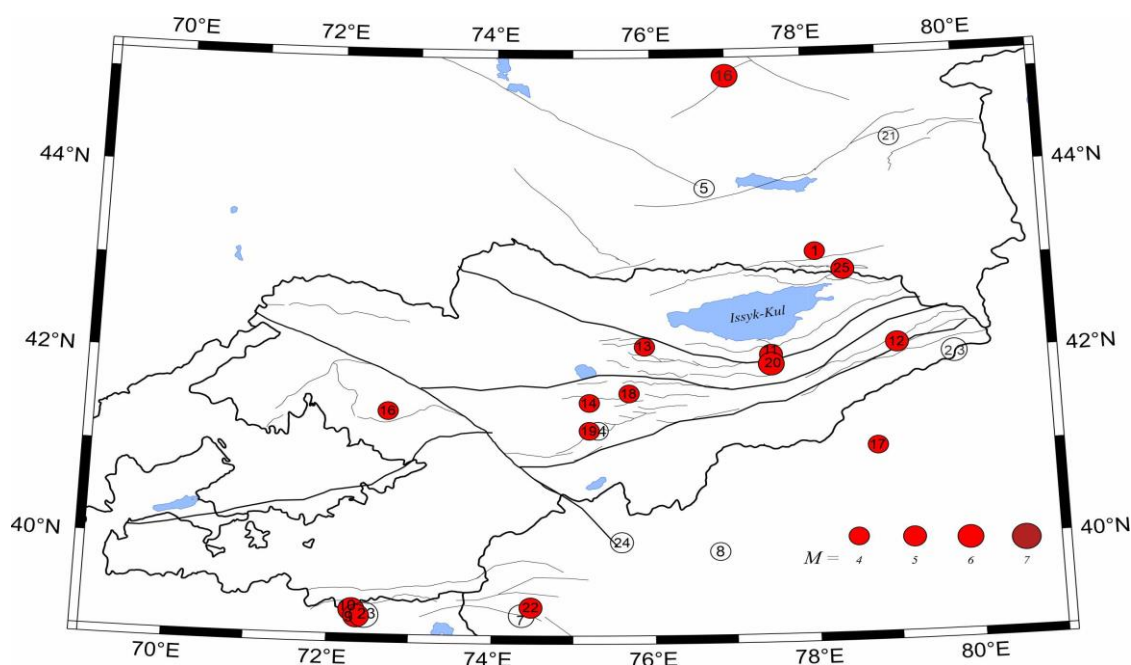


Рисунок 1. Расположение эпицентров землетрясений относительно разломов:

- - сопровождались эффектами в ЕИЭМП,
- - эффекты отсутствовали.

II. Результаты исследований ЕИЭМП методом огибающего сигнала ЕИЭМП на частоте 17,8 кГц

1. Выявление аномалий можно разделить на три вида:
 - изменение уровня огибающей фона ЕИЭМП;
 - установление почти постоянного уровня фона в течение длительного времени в ночное время суток;
 - увеличение амплитуды кратковременных пульсаций (импульсов) и их количества.
2. Перед землетрясениями в спектре часовых значений, огибающих ЕИЭМП появляются два пика с периодами 18 и 13 часов.

Перейдём к обсуждению возможной природы источников возмущений ЕИЭМП. Из рассмотренных данных можно сделать вывод, что возможный источник возмущений

ЕИЭМП не связан прямо с механоэлектрическими процессами. Он не лежит в поверхностном слое земной коры, в противном случае при регистрации ЕИЭМП в эпицентральных зонах можно было бы выявлять эффекты непосредственно в акте события или при прохождении под антеннами упругих волн. Источник активного излучения в верхней атмосфере также представляется недостаточным для объяснения эффектов от близких и весьма далеких землетрясений, связанных с явлениями «замирания» (ослабления ночного максимума) чередующихся со всплесками «интенсивности поля».

Поэтому наиболее вероятным представляется возмущение в верхней атмосфере, нижней ионосфере на заключительной стадии подготовки землетрясений областей с повышенным уровнем ионизации, приводящим к изменениям условий распространения атмосфериков непосредственно над эпицентральной и соседних с ней областях (имеется ввиду появления области повышенной ионизации в Д - слое). Эта точка зрения подтверждается в работе [1, 2]. Ниже представлены (рисунок 2) по [1], межсуточные вариации электронной концентрации F_0 полученные исключением циклической, сезонной и суточной вариаций. Анализ связи вариаций величины F_0 с сейсмоактивными событиями проводился методом наложенных эпох. На рисунке указаны даты соответствующих сейсмических событий и их класс. На этом же рисунке для исследуемых периодов приведены межсуточные вариации зональной, меридиональной и вертикальной компонент скорости ветра для высот 80 -100 см, полученные по данным радиометеорных измерений в Бишкеке. В периоды сейсмоактивных событий отмечается преобладание нисходящих движений на этих высотах. Изменения вариаций электронной концентрации F_0 даны для шести случаев землетрясений, имеющие место до, в период и после землетрясения с классом $K_R > 12.0$. Ряд из них, например: Жалана –Тюпским (24.03.1978 г.), Барскаунское (06.04.1979 г., 25.09.1980 г.) и землетрясения 31.12.82 г. анализировано в нашей работе (таблица 1).

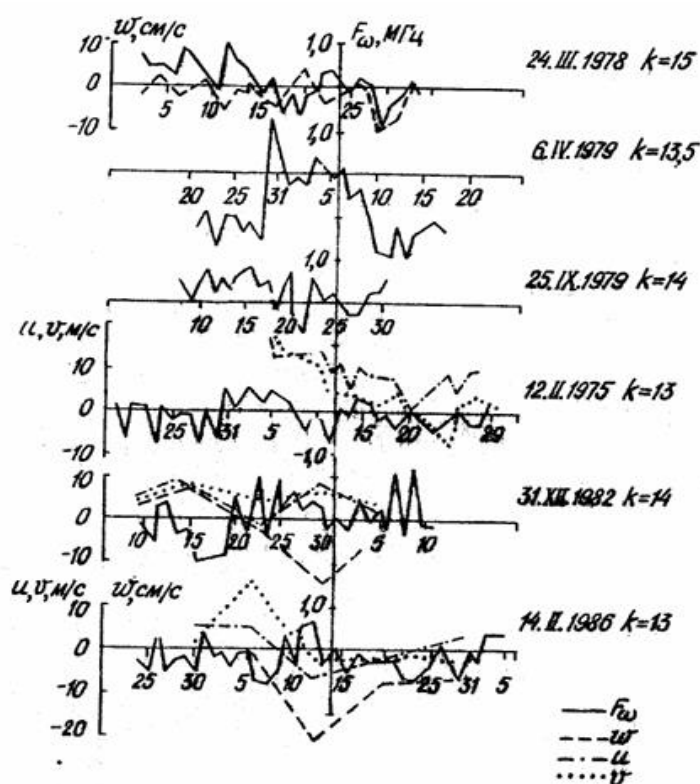


Рисунок 2. График вариации электронной концентрации F_0 в ионосфере в периоды сейсмоактивных событий.

Из данных, приведённых на рисунке 2, видна прямая связь между ионосферными возмущениями и сейсмическими событиями. За несколько суток до землетрясения наблюдается возрастание величины F_o , т. е. рост электронной концентрации в слое F2. Таким образом, прослеживается воздействие сейсмической активности на ионосферу. Подобные эффекты были получены перед рядом сильных землетрясений [3, 4, 5, 6].

В наших результатах это подтверждается при регистрациях в зоне подготовки землетрясений и вне её, а также синхронностью развития возмущений поля в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Причём область возмущений при прохождении атмосфериков имеет порядок или превышает размеры эпицентральной зоны. Однако, из приведённых данных механизм возбуждения в верхней атмосфере областей с повышенной ионизацией является пока неясным.

В то же время, полученные данные позволяют по этому вопросу дать определённые соображения. Основой для этого являются данные по возмущениям ЕИМЭП перед землетрясениями, приуроченными к крупным разломам. Преимущественный характер такой связи может отражать особенности сейсмотектонических процессов в зонах разломов, предшествующих сейсмическим событиям. Известны сообщения об увеличении перед землетрясениями скоростей деформирования земной коры по границам блоков и разломов, которые могут привести к крипу или подвижкам. Эти процессы являются крупномасштабными. Именно крупномасштабные деформационные процессы могут оказать влияние на параметры ионосферы (верхней атмосферы). Учитывая краткосрочный период проявления аномалий ЕИЭМП, отражающих изменение условий прохождения электромагнитных полей, необходимо рассматривать новые факторы, а именно: инфразвуковые волны, возникающие при распаде очага, и изменение проводимости приземной атмосферы за счёт активизации выхода углеводородов и радиогенных газов.

Обнаружение и исследование аномалии атмосферно - электрического потенциала перед землетрясениями 18.03.89 г., 26.05.87 г., 19.08.92 г. с $M > 4.0 - 7.3$ могут служить подтверждением взаимосвязи вариаций АЭП в воздухе с инфразвуковыми колебаниями поверхности. Предполагается, что источник инфразвука находится в глубине и инфразвуковая волна падает перпендикулярно земной поверхности. При этом ионы приземного слоя воздуха, обуславливающие атмосферный ток, будут совершать колебания. Отношение амплитуд колебаний частиц воздуха и среды U по [7, 8]:

$$\frac{V}{U} = \frac{1}{\sqrt{1+\omega^2\tau^2}}; \quad t = \frac{2r^2}{9h},$$

где r - радиус, Y - плотность ионов, h - вязкость среды.

Величина t для воздуха не превышает 10-сек. Принимая $V=U$, из чего следует, что в приземном слое под давлением инфразвука ионы будут колебаться с той же амплитудой и с той же фазой, что и частицы среды.

Исходя из вышеприведённых оценок и изменений E (АЭП) можно судить о локальных изменениях проводимости, приземной атмосферы за счёт активизации выхода углеводородов и радиогенных газов, так как источники инфразвука тесно связаны с деформационными процессами в среде.

С инфразвуком (низкочастотный гул, отмечаемый перед всеми землетрясениями в Кыргызстане) и выделением литосферных газов (активизируемое при возбуждении инфразвука) мы связываем колебания атмосферного электрического потенциала, наблюдавшиеся на расстоянии 120 км перед Суусамырским землетрясением ($M=7.3$). Наблюдение АЭП указывают также еще на один действующий фактор. Как видно из рисунков, приведенных в главе VI, фиксируются два типа аномалий:

1 тип - изменения АЭП, уменьшение или увеличение сигнала в пределах естественного знака электрического поля;

2 тип - резкие колебания АЭП со сменой знака.

Подобные резкие аномалии АЭП наблюдали при мощных промышленных взрывах [8]. При взрывах аномальный период не превышает 1 часа.

В представленных иллюстрациях перед землетрясениями 18.03.1989 г., 26.05.1987 г., 15.05.1992 г. аномальный период длится несколько часов (5 - 20 ч) и повторяется, что указывает на определенную периодичность действующих факторов.

Природа аномалий АЭП с резкой сменой знака может быть связана с процессами электризации выделившихся углеводородных газов и механоэлектрическими процессами в поверхностном слое. Вероятно, что характер этих процессов и динамика их развития будут зависеть от условий в месте контроля.

По наблюдениям горизонтальной составляющей ЭТП, приведены примеры аномальных изменений ЭТП длительностью около 1,5 месяца перед местными землетрясениями с $K_R \geq 12.9$ и эпицентральной расстоянием 10 - 30 км. Показано, что обнаруженные аномалии величиной до 25 мВ перед землетрясением 05.03.1989 г. с $K_R=12.6$ 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_k по данным электроразведки) позволяет предположить, что аномалии связаны с местными геоэлектрическими особенностями, в зоне которых расположены приемные линии (рисунок 3).

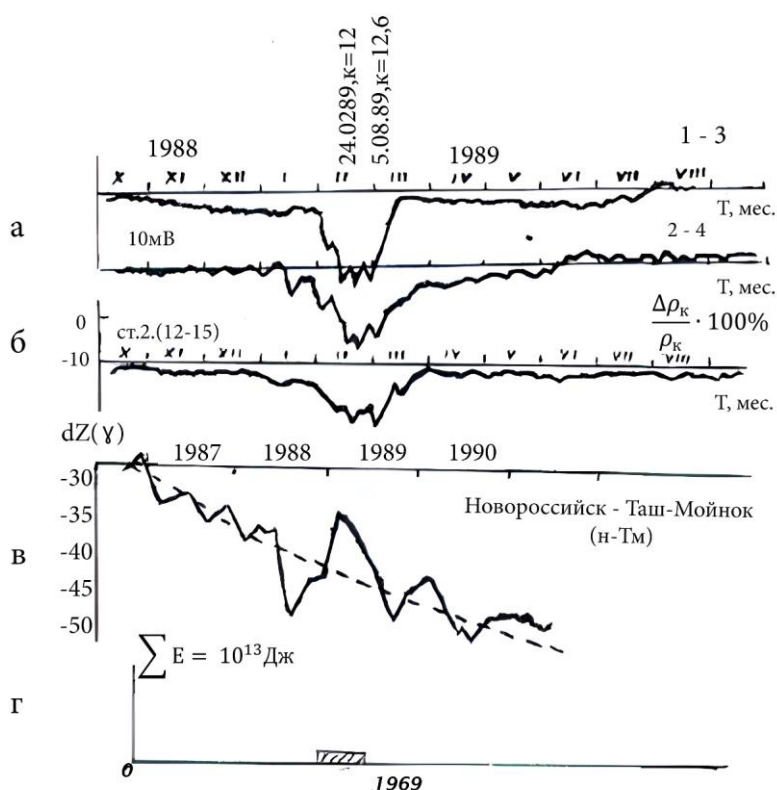


Рисунок 3. Изменение среднесуточных значений разности потенциалов ЭТП на ст. Орок (а) и вариации электросопротивления ρ_k по данным электроразведки на участке Ала-Арча; (б) (по Романову В.П) временной ход среднемесячных величин dZ поля (разности значения относительно МВС Таш-Мойнок) за период 1987-1991 гг.;

(в) (по Ким Л.Е.) и суммарная сейсмическая энергия в Дж. по данным ИС НАН КР (г). Стрелками указаны моменты возникновения землетрясений в феврале-марте 1989 г.

Сопоставление ЭТП с временным ходом dZ магнитного поля показывает, что бухтообразные аномальные изменения магнитного поля, непосредственно предваряющие землетрясение и возникающие в фазе смены знака магнитного поля, обусловлены заключительной фазой частью 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 соответствующий их намагниченности.

В структуре ЭТП горизонтального составляющего всегда проявлялись высокочастотные короткопериодные аномалии перед всеми землетрясениями с $K_R \geq 12.9$, причём по анализу возмущений, фиксируемых на линиях различной ориентации, делается вывод о возникновении в период подготовки местных землетрясений этих короткопериодных аномалий, которые хорошо фиксируются на линии расположенного по простиранию разлома. Полученные результаты подтверждают предположение о том, что источник аномальных изменений ЭТП не совпадает с собственно очаговой зоной готовящегося сейсмического события, а связан с очагом непосредственно через деформацию блоковой среды, т.е. имеют вторичное происхождение. Здесь можно отметить, что на станции, расположенной на расстоянии 20 км к западу от эпицентра землетрясения (05.03.1989 г.), так и на станции Ала - Арча (на расстоянии 15 км 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.

Следует отметить, что перед этим землетрясением (05.03.1989 г.) по данным Института сейсмологии НАН КР отмечались и другие предвестники [9]. Они выразились в скачкообразных изменениях химического состава, дебита и температуры воды (на 15 - 60 %) в течение 20 - 30 дней до землетрясения, а возвращение системы в исходное состояние продолжалось в течение марта - апреля 1989 г. Уровень подземных вод в двух скважинах в ноябре - декабре 1988 г. начал падать и к февралю 1989 г. падение уровня составило 1 - 1.5 м. Синфазности в темпе изменения уровня по скважинам не наблюдалось, что говорит так же о влиянии местных гидрогеологических условий.

Подобные вариации в сторону повышения уровня подземных вод в шести скважинах и падение по амплитуде дебита воды родников наблюдалось перед землетрясениями в феврале - марте 1989 года сотрудниками ИС РАН. Таким образом:

1. Низкочастотные, отражённые в среднегодовых значениях вариации уровня подземных вод в скважинах и дебита родников свидетельствуют о проявлении деформационных процессов в среде.
2. Область, в которой в 1987 - 1989 гг. наблюдались повышенный, местами до 50 %, дебит родников и подъём уровня подземных вод в скважинах до 10 м по сравнению со средними многолетними значениями, совпадают, в целом, с областью, занятой аномальными проявлениями ρ_k в декабре 1988 г. - марте 1989 г.
3. Это совпадение говорит о существовании области внутри сейсмогенерирующей зоны, по крайней мере в этот период, отличающейся по своему развитию от окружающих территорий.

По исследованию аномальных особенностей ЭТП вертикальной составляющей. По результатам обработки данных, полученных в 1991 - 1997 гг., отмечены изменения в структуре поля в трех диапазонах (0.01 - 0.1 Гц, 1 Гц, 1-9 кГц), интерпретируемых как предвестников землетрясений с $M > 4.0$ на эпицентральных расстояниях до 300 км. Отмечается, что перед землетрясениями аномалии выделяются не на всех диапазонах частот, а в большинство частот 0.01 - 0.1 Гц и 1 Гц, редко 1 - 9 кГц. Характер аномалий

отличался в различных диапазонах частот. Обнаружены впервые в диапазоне 1 Гц «П – образные» сигналы сейсмического происхождения. Такая форма сигнала наблюдалась только в периоды времени, приуроченные к землетрясениям с $M > 4.0$. События с меньшей магнитудой не предваряются отчетливыми «П – образными» вариациями поля на тех же эпицентральных расстояниях.

Длительность «П – образных» всплесков составляет 10 - 60 минут и проявлялась 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. В результате анализа длительных рядов наблюдений выделены 2 типа землетрясений, характеризующиеся количеством дней, в течение которых проявляются «П – образные» сигналы. К первому типу относятся землетрясения, для которых возмущения проявляются не более 1 суток. Ко второму типу землетрясений относятся возмущения, наблюдавшиеся более 1 суток. Анализ места расположения эпицентров этих типов землетрясений относительно существующих активных разломов на территории Кыргызстана показало, что для первого типа очаги землетрясений находятся в зонах, имеющих разлом, а для второго типа землетрясений - с образованием новых разрывных нарушений среды. Такой процесс хорошо наблюдается перед Суусамырским землетрясением (19.08.192 г., $M = 7.3$).

На основе анализа геоэлектрической обстановки на площади наблюдения с привлечением данных деформометрических измерений и уровнем подземных вод делается предположение, что этот предвестник ЭТПВерт. обусловлен значительными изменениями напряженно- деформированного состояния в области регистрации, и, в особенности, зоны близкорасположенного Ыссык-Атинского разлома, где отмечены максимальные изменения гидродинамики (рисунки 4, 5) [9].

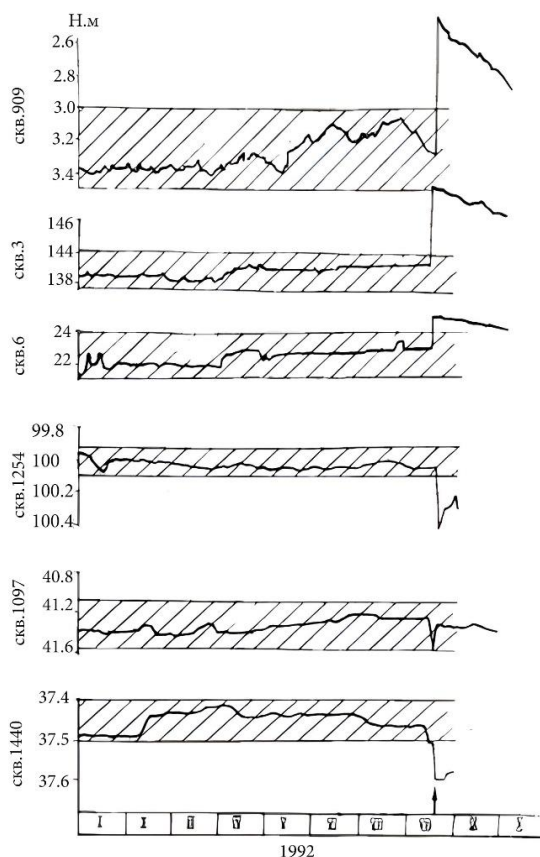


Рисунок 4. Изменения уровня подземных вод и избыточного давления в связи с Суусамырским землетрясением (по Оролбаеву Э.О).

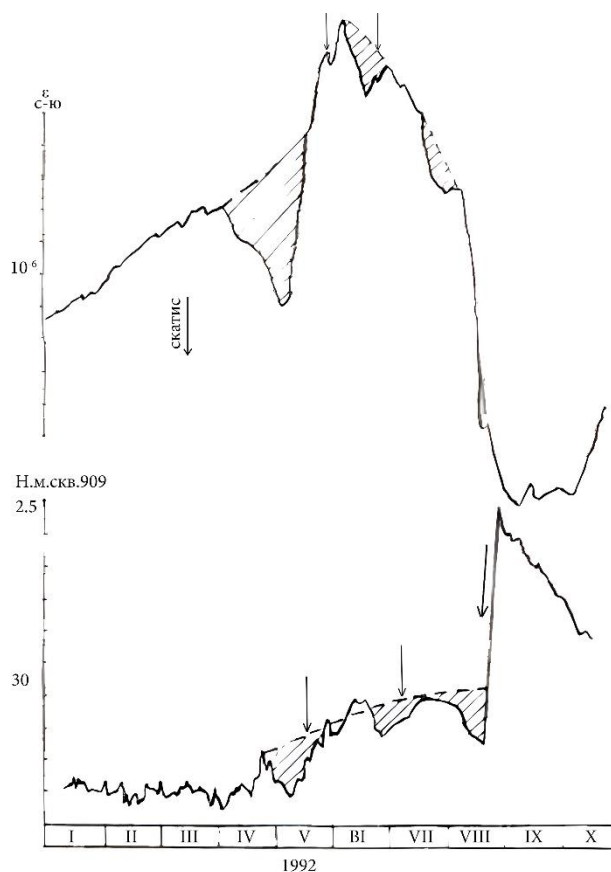


Рисунок 5. Сопоставление хода деформаций приповерхностного слоя земной коры в направлении С-Ю на ст. Ала-Арча с изменением уровня подземных вод скв. 909 и ЭТП в скв. 1240.

Полученные данные отчётливо указывают на зависимость регистрируемых эффектов от геологического строения региона. Информативность измерения позволяет сделать вывод не только о возможности контроля за напряжённо-деформированным состоянием земной коры в регионе по наблюдениям на сети станций, но и целесообразности внедрения разработанных методов и аппаратуры в практику краткосрочного прогноза землетрясений.

С целью повышения достоверности выделения сейсмоаномальных эффектов проведен анализ возможных помех естественного происхождения. В частности рассмотрение техногенных, метеорологических и геомагнитных факторов показало, что сейсмоаномальные эффекты в структуре ЕИЭМП, ЭТП, АЭП - это самостоятельные явления, уверенно выделяемые на фоне излучений иной природы.

Полученные в результате этих исследований результаты подтверждают высокую информативность исследуемых процессов в земной коре.

Немаловажное значение для прогноза землетрясений имеет оптимизация сети режимных электромагнитных наблюдений. Оптимизация сети заключается в определении минимального количества пунктов, с помощью которых можно получить картину аномальных изменений электромагнитного поля Земли, учитывая наличие крупномасштабных сейсмогенных зон и локальных наиболее информативных участков контроля деформационных процессов. Принцип - чем большее количество станций и пунктов, тем полнее будет информация, экономически не выгоден и физически не оправдан. Поэтому необходима разработка инструментальных методов картирования разломных структур для выбора и обоснования мест расположения

пунктов локального контроля сейсмической опасности при развертывании сети площадного мониторинга.

Для картирования разрывных структур рекомендуется три метода:

1. Метод анализа уровня ЕИЭМП относительно конкретного разлома.
2. Метод анализа электромагнитного поля радиопередатчиков в СДВ диапазоне для установления точного размера ширины разломов.
3. Метод контроля изменения концентрации приземного озона атмосферы в зонах разломов.

В случае обнаружения зон разломов, где отчётливо выражаются изменения этих параметров, необходимо провести в этих зонах осциллографирование формы сигналов ЕИЭМП по методу, с целью определения соотношения источников атмосферного и литосферного происхождения.

Все вышеприведённые методы определяют зоны возможного проявления предвестников землетрясений для каждого региона или пункта наблюдений, присущие только выбранному месту. О существовании той или иной зависимости между аномальными эффектами и землетрясениями однозначно можно говорить только исходя из фактических длительных данных контроля, полученных в каждом конкретном пункте.

Таким образом, следует отметить, что данный комплекс геофизических предвестников в дальнейшем может быть дополнен, а функциональные возможности предвестников расширены и уточнены. Данные режимных геофизических наблюдений на геодинамических полигонах Кыргызстана используются для пробного оперативного прогнозирования землетрясения.

Выводы

1. На основе проведённых контурных наблюдений в Кыргызстане обнаружен и исследован характерный образ сигнала предвестника землетрясения в часовом масштабе времени в структуре ЕИЭМПЗ и ЭТП, АЭП показана их деформационная природа.
2. Природа аномалий АЭП связывается с процессами электризации выделившихся углеводородных газов и механоэлектрическими процессами в поверхностном слое Земли.
3. Разработана методика использования электромагнитных данных, в комплексе с другими предвестниками, для прогноза силы и времени землетрясений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гохберг М.Б. Гершензон Н.И., Гуфельд И.Л. и др. О возможных эффектах воздействия электрических полей сейсмического происхождения на ионосферу. - Геомагн. и аэрономия, -1984, -Т.24, -№2, -с. 217-222.
2. Хусамиддинов С.С. Возмущения в ионосфере, возбуждаемые сейсмическими источниками //Электрические и магнитные предвестники землетрясений. -Ташкент: ФАН., -1983, -с.103 - 112.
3. Липеровская Е.В., Похотелов О.А., Сайдмиев А., Алимова О.А, Павлова С.С., Хакимова М. Некоторые эффекты в спорадическом слое Е ионосферы перед землетрясениями //Изв. РАН. Физика Земли.1992., №12, с.12-18.
4. Силина А.С., Липеровская Е.В., Мейстер К.В., Васильева Н.Э., Токтосопиев А.М., Попов К.В. К вопросу о характерных временах ионосферных и электромагнитных эффектов процессов подготовки землетрясений//в сборнике "Краткосрочный прогноз катастрофических землетрясений с помощью радиофизических наземно–космических методов" – М.:Наука, 1998. Отв.ред. акад. Страхов В.Н., с. 100-109

5. Гохберг М.Б., Кустов А.В., Липеровский В.А., и др. Ионосферные эффекты процессов подготовки сильных землетрясений. -М., -1985, -26с. (Препр./ИФЗ АН СССР №2.).
6. Гохберг М.Б., Кустов А.В., Липеровский В.А., и др. О возмущения в F-области ионосферы перед сильными землетрясениями //Изв. АН СССР. Физика Земли, -1988, -№4, -с12-20.
7. Славинский М.П.Физико-химические свойства элементов. -М.: Металлургиздат, 1952, -с.563.
8. Дмитриев М.Т., Киросских Н.А. О специфических анализах малых концентраций озона. Хемилюминесцентный анализ озона //Журн. Физ. химии, 1968, т.12, вып. 12, - с.3125.
9. Оролбаев Э.Э. Гидрогеологическая скважина как объемный деформограф // Материалы 9 научной конференции молодых ученых АН Кирг.ССР, -Фрунзе: Илим, 1988, -с.138.

Рецензент: д.ф-м.н., профессор Муралиев А.М.