

ГЕОТЕКТОНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДЛЯ ПРОГНОЗА СЕЙСМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ ПЕРЕД СЛАБЫМИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯМИ СЕВЕРНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ

В данной статье рассматриваются геотектонические особенности и изменения регистрируемых параметров за единицу времени естественного импульсного электромагнитного поля Земли перед слабыми землетрясениями, происшедшими в данном регионе.

В настоящее время исследования по предвестникам землетрясений продолжают оставаться одной из основных проблем геофизики. Проводятся широкие поиски признаков подготовки землетрясений и непосредственно предшествующих им сейсмических, деформационных и электромагнитных аномалий [1].

Непосредственным объектом исследования становится горная среда – литосфера и окружающие ее оболочки (атмосфера и ионосфера), а также электромагнитные и акустические процессы, вызывающие крупномасштабные взаимодействия оболочек. При этом возникают две основные задачи. Первая связана с обнаружением процесса подготовки землетрясения и прогноза его силы. Вторая – с диагностикой перехода среды в неустойчивое состояние [2].

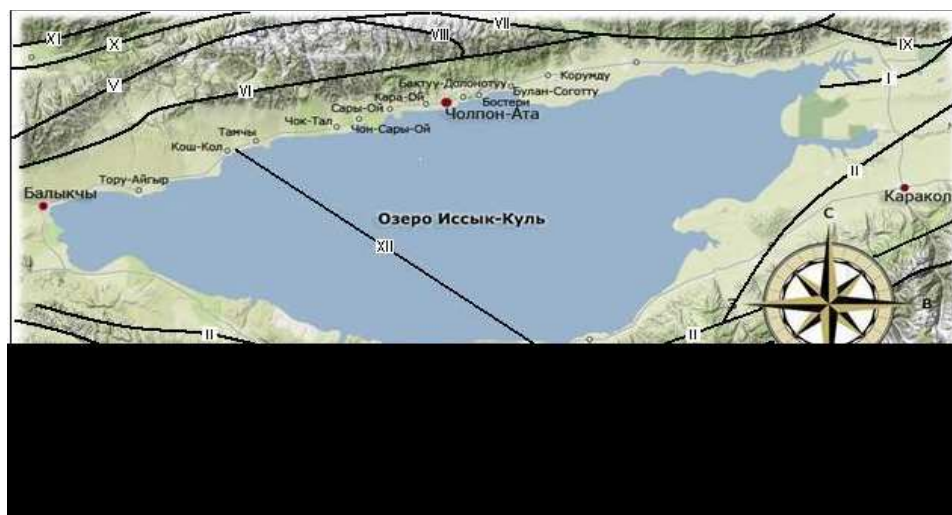
При большой концентрации механической энергии в минералах и горных породах, в районе будущего эпицентра землетрясения наблюдаются повышение атмосферно–электрического и электротеллурического полей [3]. Следствием механоэлектрических преобразований в минеральных и горных породах являются электрические разряды, которые сопровождаются импульсным электромагнитным, световым и акустическим излучением.

Важнейшими проявлениями высоких электрических полей в литосфере являются импульсное электромагнитное излучение электрических разрядов в этих полях и его участие в формировании естественного импульсного электромагнитного поля Земли (ЕИЭМПЗ). Электромагнитные поля, возникающие в земной коре, могут увеличивать его амплитуду, нарушать периодичность, смещать начальную фазу [4].

В настоящее время подавляющее большинство исследователей связывают проявления сейсмической активности с перемещением блоков земной коры по разломам. Существуют представления, что наиболее крупные землетрясения приурочены к глубинным краевым разломам, имеющим протяженность сотни и тысячи километров.

Считается, что очаги землетрясений возникают в зонах уже существующих разломов, образовавшихся на предыдущих этапах геологического развития Земли и «оживающих» в современную эпоху. Ниже приводятся схемы наиболее крупных разломов, разбивающих Иссык-Кульский срединный массив порождающих землетрясения в пределах изучаемой территории [5].

Северный Тянь-Шань характеризуется наличием горных хребтов и соответствующих разломов, которые имеют северо-восточные и близширотные преимущественные направления простирания. Очаги слабых землетрясений относительно г. Каракол возникают как по направлениям главных разломов земной коры региона, так и в направлениях, пересекающих главные направления разломов.



Многолетние наблюдения, проведенные руководителем данной работы, показали, что основной причиной изменения параметров ЕИЭМПЗ являются изменения напряженного состояния близлежащих к пункту наблюдения блоков земной коры при образовании трещин в очаге будущего землетрясения. Передача тектонического напряжения от одного блока к соседнему блоку должна зависеть от числа (количества) разломов, разделяющих очаг будущего землетрясения и пункта наблюдения. Передача тектонического напряжения должна протекать быстрее, когда очаг будущего землетрясения формируется в продолжение близлежащего к пункту наблюдения главного разлома земной коры. Если пункт наблюдения разделен от очага будущего землетрясения несколькими параллельными разломами земной коры, то передача тектонического напряжения от очага будущего землетрясения при образовании трещин в горных породах зоны очага должна протекать медленно. Поэтому особенности прогностических признаков предвестников землетрясений должны зависеть от тектонического сжатия элемента земной коры, находящегося между очагом землетрясения и пунктом наблюдения за изменениями параметров предвестника. С другой стороны, особенности прогностических признаков предвестников зависят от энергетического класса и расстояния очага землетрясения от пункта наблюдения за изменениями параметров предвестника.

Согласно результатов многолетних исследований для каждого региона имеются более сейсмичные и менее сейсмичные интервалы времени. Более сейсмичные интервалы времени в основном соответствуют противоположным азимутам Солнца, совпадающих с преимущественными направлениями простирания, имеющих в каждом данном регионе разломов земной коры. Эти совпадения показывают, что совместные приливные и отливные действия Солнца и Луны являются основными факторами, обуславливающими моменты возникновения землетрясений. Когда в очаге будущего землетрясения накапливаются тектонические напряжения, близкие к критическому напряжению, необходимому для разрушения горных пород, приливные и отливные напряжения могут влиять на моменты возникновения землетрясений. Иначе говоря, эти дополнительные напряжения показывают что могут служить спусковым крючком для возникновения землетрясений.

Наблюдения показали, что изменение среднего значения продолжительности импульсов перед близкими слабыми землетрясениями в Северном Тянь-Шане является прогностическим признаком, который впервые был зарегистрирован новой установкой, предназначенной для статистического анализа параметров ЕИЭМПЗ.

В данной статье описаны особенности и сходства прогностических признаков электромагнитного предвестника и приведены примеры происшедших перед слабыми землетрясениями в Северном Тянь-Шане с энергетическими классами $6,0 \div 11,5$ на расстояниях 20-300 км. от г.Каракол за период 1993-1998 годы. Данные получены с помощью анализатора статистических параметров потока ЕИЭМПЗ в диапазоне частот 1

кГц-50кГц и персонального компьютера.

Исследованы изменения средней продолжительности, среднего числа и амплитуда импульсов ЕИЭМПЗ, изучаемых источниками литосферного происхождения перед близкими слабыми землетрясениями и перед землетрясением средней силы по ежедневной их регистрации за 1 час с момента восхода Солнца.

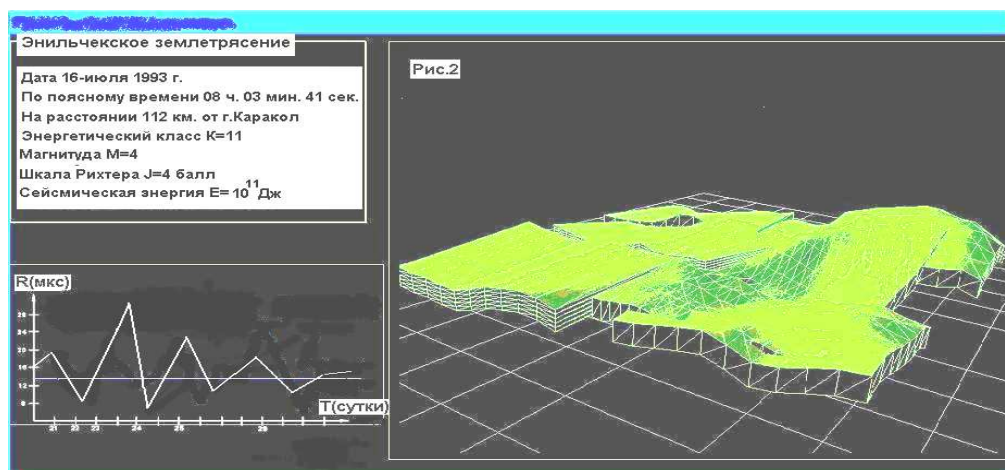
Показаны результаты измерения изменений параметров ЕИЭМПЗ перед Энильчекским землетрясением, происшедшим 16 июля 1993г (рис.2). Все измерения параметров ЕИЭМПЗ перед землетрясениями проведены в 2 часовом интервале времени, охватывающим момент восхода Солнца. Это землетрясение произошло в 08 ч 03 мин 41с по поясному времени Средней Азии с энергетическим классом $K=11$ (сейсмической энергией $E=10^{11}$ Дж). Очаг его располагался в юго-восточном направлении и на расстоянии $r=112$ км от города Каракол 4 разломами, простирающиеся от северо-восточного направления к юго-западному направлению. Из описываемых в данной работе землетрясений, это землетрясение является единственным, у которого очаг разделен от города Каракол несколькими разломами.

В 1993 году 16 июля в 08 ч.03 мин. 41 сек. по поясному времени на расстоянии 110 км. произошло Энильчекское землетрясение с энергетическим классом - 11. Перед землетрясением 8-9 июля, наблюдались уменьшения продолжительности и интенсивности импульсов ЕИЭМПЗ до их минимальных значений затем, 10-11 июля интенсивность ЕИЭМПЗ возросла до среднего уровня, а продолжительности импульсов оставались малыми. Амплитуда импульсов с 7 по 11 июля возросла в 1,5 раза по сравнению с ее максимальным значением и возрастание продолжительности импульсов в 4 раза по сравнению с ее минимальным значением. За 13 и 14 июля значения всех параметров находились около их средних значений и согласно этому основными прогностическими признаками изменения параметров ЕИЭМПЗ перед Энильчекским землетрясением были следующие:

1. Амплитудное значение потенциала электрического поля уменьшилось в 3,8 раза, когда оставалось 2 суток до даты землетрясения. Отношение значений потенциала за 10 минутные интервалы времени до и после восхода Солнца возросло в 3,5 раза за сутки раньше даты землетрясения, а затем уменьшилось до уровня его наблюдаемого в спокойных сутках.

2. Среднее значение продолжительность импульсов ЕИЭМПЗ изменились с максимумом, полученным за трое суток раньше даты землетрясения. Отношение средних значений продолжительности импульсов до и после восхода Солнца изменилось с минимумом, полученным 15 июля, т. е. в дате предшествующей дате землетрясения.

3. Среднее значение количества импульсов, регистрируемых за одну минуту изменилось с максимумом, регистрируемым 15 июля. Отношение средних значений числа импульсов, зарегистрированных до и после момента восхода Солнца также изменилось с максимумом, полученным 15 июля. Таким образом, при формировании очага землетрясения вблизи этого же места с $K=10,5-11,5$ есть возможность предсказать даты возникновения землетрясения по изменениям A_{cp} , A_1/A_2 и τ_{cp} за 3 суток раньше, а по изменениям τ_1/τ_2 , n и n_1/n_2 за 1 сутки раньше.



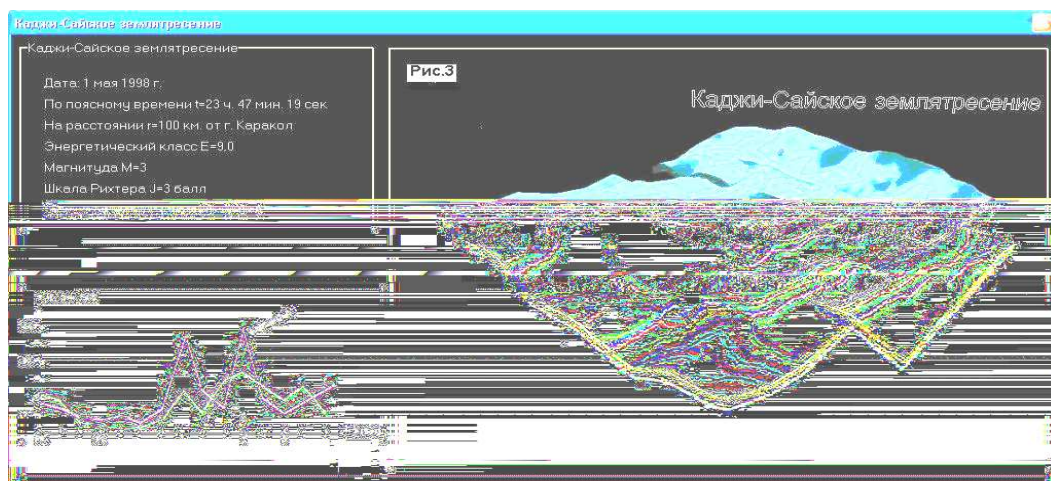
В 1998 г. 1 мая в 23 ч. 47 мин. 19 сек. в районе Тескей Ала-Тоо, расположенного между с. Тамга и Каджи-Сай на расстоянии 100 км. от г. Каракол, произошло землетрясение с энергетическим классом $K=9,0$ (рис.3). Перед происшествием этих землетрясений получены следующие прогностические признаки изменения параметров ЕИЭМПЗ:

1. Перед землетрясением, происшедшим 26 апреля за 2 суток раньше даты землетрясения среднее амплитудное значение электрического потенциала возросло более чем в 3 раза по сравнению со средним значением потенциала в сейсмически спокойные дни. На следующие сутки, предшествующие дате землетрясения, среднее амплитудное значение потенциала приняло минимальное значение. Перед землетрясением, происшедшим 1 мая, картина изменений среднего амплитудного значения потенциала повторялась. Перед землетрясением, происшедшим 26 апреля, отношение средних амплитудных значений потенциала до и после момента восхода Солнца изменилось по ломаной с зарегистрированным максимальным значением за 3 суток раньше даты землетрясения и минимальным значением за 2 суток раньше даты землетрясения. Перед землетрясением, происшедшим 1 мая, отношение A_1/A_2 не изменилось.

2. Среднее значение продолжительности импульсов перед вышеуказанными землетрясениями изменилось аналогично с максимумом за 3 суток раньше даты землетрясения и минимумом за 2 суток раньше даты землетрясения, происшедшего 26 апреля. Перед землетрясением, происшедшим 1 мая, τ изменилось с максимумом за 2 суток раньше и минимумом за 1 сутки раньше даты землетрясения. Таким образом, промежутки времени между датами получения максимума и минимума τ и датой землетрясения оказались пропорциональными величине энергетического класса землетрясения.

Перед землетрясением, происшедшим 26 апреля, значение отношение τ_1/τ_2 изменилось по ломаной линии с максимумом, зарегистрированным за 3 суток раньше даты землетрясения. Перед землетрясением, происшедшим 1 мая, значение τ_1/τ_2 не изменилось, т.е. это отношение, так же как и A_1/A_2 оказалось не чувствительным для землетрясения $K=9$, возникшего на расстоянии 100 км от пункта наблюдения.

3. Среднее количество импульсов ЕИЭМПЗ перед землетрясениями изменилось по ломаной линии с минимумами, зарегистрированными за 2 суток раньше даты землетрясения. Значение отношений среднего количества импульсов, зарегистрированных за 1 час до и за 1 час после момента восхода Солнца по ломаной линии с максимумами, зарегистрированными за 2 суток раньше даты землетрясения. Эти максимумы значений n_1/n_2 соответствовали датам регистрации минимальных значений количества импульсов регистрируемых за 1 мин. Перед землетрясениями.



На основе анализа изменений параметров ЕИЭМПЗ об их причинах можно сделать следующие частные выводы:

1. Перед землетрясением причиной увеличения амплитудного значения потенциала электрического поля и средней продолжительности импульсов является достижение в очаге предстоящего землетрясения критического тектонического напряжения, т.к. в это время напряжение, переданное через разломы на другие соседние блоки земной коры должно достигать максимального значения.

2. Уменьшение интенсивности A и τ за 1,5–2,5 суток до даты землетрясения, видимо, является началом процесса образования трещин в блоке, где накапливается очаг предстоящего землетрясения. В это время избыточное напряжение в блоках земной коры, расположенных вблизи пункта наблюдения, уменьшается или, наоборот, увеличивается. При уменьшении избыточного напряжения в блоках, находящихся вблизи пункта наблюдения, должно наблюдаться уменьшение количества импульсов ЕИЭМПЗ, излучаемых границами блоков. При увеличении такого избыточного напряжения возрастанию τ должно соответствовать также возрастание количества импульсов, излучаемых границами блоков (например, как перед Энильчекским землетрясением). В последнем случае прогностическим признаком изменения значения τ_1/τ_2 может быть не увеличение, а уменьшение. Об этом свидетельствуют увеличения значения τ_1/τ_2 после происшествия слабого землетрясения с $K=6,0$ 21 ноября 1995 г.

Эти исследования показали, что основными признаками подготовки будущего сейсмического события являются аномальные изменения амплитуды, продолжительности импульсов и числа импульсов. Было также показано, что поведение того или иного параметра зависит от эпицентрального расстояния готовящегося землетрясения. Статистически было найдено, при слабых близких землетрясениях Северного Тянь-Шаня наиболее чувствительным является параметр n -скорость счета импульсов. При дальних сильных землетрясениях более или менее оказываются чувствительными все три параметра ЕИЭМПЗ, в зависимости от дальности расположения очага будущего землетрясения от пункта наблюдения.

Литература:

1. Альперт Я.Л. Распространение электромагнитных волн и ионосфера. -М., Наука, 1972.
2. Воробьев А.А. Тектоноэлектрические, тектономагнитные явления и их практическое приложение. Часть 5. изд. ВИНТИ, № 3206-80.
3. Воробьев А.А. Физические условия залегания глубинного вещества и сейсмические явления. Часть 2. -Томск. изд. ТГУ, 1974.
4. Гохберг М.Б., Моргунов В.А., Герасимович Е.А. и др. Оперативные электромагнитные предвестники землетрясений. -М.: Наука, 1985.
5. Токтосопиев А. Электромагнитные предвестники землетрясений. –Каракол, 2007.