

ОРГАНИЗАЦИЯ ОНЧ/НЧ НАБЛЮДЕНИЙ В КЫРГЫЗСТАНЕ КАК ЧАСТЬ ЕВРОПЕЙСКОЙ И ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЙ СЕТИ СТАНЦИИ ДЛЯ МОНИТОРИНГА В СВЯЗИ С СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТЬЮ

В статье описаны изменения вариации сигналов связанных с сейсмической активностью очень низкой и низкой частоты, изменение параметров электромагнитных, акустических излучений перед землетрясениями и их зависимости от разломов земной коры.

В настоящее время работы по предвестникам землетрясений остаются одной из самых актуальных проблем геофизики. В результате многочисленных исследований было обнаружено, что сейсмические процессы сопровождаются рядом явлений – изменением деформаций и наклонов земной поверхности, слабой сейсмичности, электрических и магнитных свойств пород, уровня подземных вод, их химического состава и другими необычными явлениями природы. В то же время эти аномалии с трудом выделяются на фоне шумов и по-разному развиваются перед конкретными землетрясениями в различных сейсмоактивных зонах.

Если место и магнитуду будущего землетрясения можно оценить по данным долгосрочного и среднесрочного прогноза, то проблема прогноза времени землетрясения за несколько суток остается одной из важнейших нерешенных проблем. Эту проблему в последние годы пытаются решить с помощью электромагнитных и ионосферных методов. Электромагнитные методы в настоящее время рассматриваются как очень обещающий параметр для краткосрочного прогноза землетрясений, поскольку накоплено множество доказательств сейсмических электромагнитных явлений в широком диапазоне частот от ОНЧ (очень низкие частоты) до ВЧ (высокие частоты) и средства наблюдения таких явлений протягиваются от поверхностных наблюдений до наблюдений на спутниках. Интерес к таким наблюдениям определяется как возможностью практического применения этих эффектов для определений времени будущего землетрясения, так и фундаментальными проблемами литосферно-атмосферно-ионосферных связей.

В данный момент в мире растет интерес к такому методу исследования изменений ОНЧ/НЧ сигналы перед землетрясением. Расширяется сеть принимающих станций в (Италии и Греция, Австрия, Румыния, Германия и др.) по созданию сети ОНЧ/НЧ (очень низкочастотный и низкочастотный сигналы) станций по всей Европе с целью развития методов краткосрочного прогноза землетрясений. В 2007 г. начато развертывание сети ОНЧ/НЧ станций Бразилии (SAVNET), целью которой является: мониторинг D области ионосферы в связи с циклами солнечной активности, изучение электромагнитных процессов. Актуальность темы следует из того, что проблема краткосрочного прогноза землетрясений в мире еще нерешена.

В результате непрерывного 7-летнего мониторинга ОНЧ/НЧ сигналов на Камчатке и с использованием данных с сети Японских станций, станции Италии группой Российских и наших ученых был получен ряд результатов [1-5].

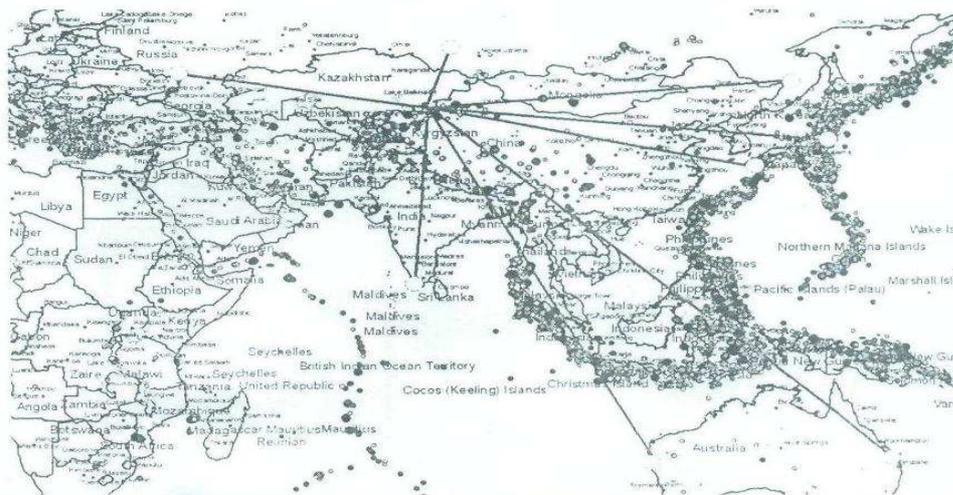
Применение метода ОНЧ/НЧ мониторинга для анализа вариаций сигнала, связанных с сейсмической активностью, началось около 20 лет назад в России, когда были обнаружены ночные возмущения в амплитуде и фазе сигнала перед несколькими сильными землетрясениями на длинных трассах. В дальнейшем помимо ночных возмущений было обнаружено изменение положения характерных минимумов в ежедневном ходе фазы и амплитуды сигнала во время восхода и захода солнца (терминаторов) за несколько дней до сильных землетрясений в Японии.

Первые результаты были получены при анализе сигналов от радионавигационной системы «Омега», которая состояла из 8 передатчиков большой мощности и транслировала сигналы на частотах 10,2, 11,9 и 13,6 кГц. Проведенные исследования позволили сделать вывод, что наиболее чувствительным к возмущениям в связи с землетрясениями, является фаза сигнала на частоте 10,2 кГц. После закрытия этой системы в 1977 г. все работы по поиску предвестников землетрясения методом ОНЧ зондирования были прекращены. Возобновление исследований началось после развертывания сети принимающих станций в Японии в рамках большого проекта «Frontier» и установки приемника в 2000 г. на Камчатке в рамках проекта МНТЦ.

Достоинство метода просвечивания волновода Земля-ионосфера состоит в том, что, используя мощные передатчики со стабильной амплитудой и фазой, можно анализировать ОНЧ/НЧ сигналы вдоль трасс по всему земному шару. Однако, имея одну принимающую станцию, невозможно локализовать место, связанных с источником возмущения, для того, чтобы локализовать возмущения, необходимо использовать сеть ОНЧ/НЧ станций. При этом важно анализировать сигнал с одного и того же передатчика, поскольку проявление возмущений может быть различно для сигналов с различными частотами.

Установка ОНЧ/НЧ станции в Кыргызстане, в первую очередь, позволит расширить европейскую сеть станций за счет Кыргызстана. Особенно важно, что трассы от европейских передатчиков, принимаемых в Кыргызстане, проходят над сейсмоактивными регионами Италии, Балканского полуострова и зоной Вранча в Румынии. Кроме того, Кыргызская станция может принимать сигналы от передатчика, расположенного на юге полуострова Индостан, что даст возможность контролировать регион Северного Кавказа (Дагестан, Азербайджан) и часть Ирана. Работа будет выполнена совместно с Российскими учеными рис.1.

Рис.1 Расширение сети в ОНЧ/НЧ станций в Евразии за счет Киргизии.



Работа с этими проектами начата в 2009 году. В этом году мы собирали соответствующие материалы по темам и установили приборы для измерения параметров сейсмических явлений и ОНЧ/НЧ сигналов.

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 [6].

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 [7].

При анализе результатов исследования изменений естественного импульсного электромагнитного поля Земли (ЕИЭМПЗ) в Иссык-Кульской впадине перед сейсмическими событиями возник вопрос, дают ли эти данные информацию об источниках возмущения ЕИЭМПЗ, их характеристиках, месторасположении, природе возбуждения. Ответ в целом отрицателен, хотя некоторые данные позволяют высказывать гипотезу о местоположении источников возмущения поля [8].

Экспериментальные работы, проводившиеся в данном регионе, ориентировались на поиск активных источников излучения в радиочастотном диапазоне, возбуждаемых в области очага готовящегося землетрясения. В дальнейшем, когда стало ясным, что на частотах свыше 10 кГц радиоизлучение в области очага будут полностью поглощаться проводящими верхними слоями земной коры, начали ориентироваться на поиск источников излучения в приповерхностных слоях земной коры и атмосфере.

Исследования, проведенные по регистрации временных вариаций интенсивности ЕИЭМПЗ перед сейсмическими событиями, показали, что основными прогностическими признаками изменения ЕИЭМПЗ перед близкими землетрясениями являются:

1) уменьшение среднефонового уровня ЕИЭМПЗ за 5-6 суток до момента землетрясения; наблюдается возрастание и возмущения уровня ЕИЭМПЗ за 1-2 суток до сейсмического события

2) уменьшение в несколько раз средней скорости счета импульсов ЕИЭМПЗ в двух часовом интервале времени, охватывающим момент восхода Солнца; показано, что этот признак появляется в дате предшествующей дате землетрясения

3) возникновение в дате, предшествующей дате землетрясения, относительных максимумов скорости счета ЕИЭМПЗ, соответствующих противоположным положением Солнца относительно данной местности.

Для дальних сильных землетрясений основным прогностическим признаком является уменьшение среднефонового уровня ЕИЭМПЗ в дате предшествующей дате землетрясения. При этом наибольшее уменьшение скорости счета импульсов ЕИЭМПЗ наблюдается в последнем четырехчасовом интервале местного времени.

Причиной излучения электромагнитных волн является трение горных пород, расположенных на соприкасающихся поверхностях разломов земной коры друг к другу, при их смещении относительно друг друга под действием Солнца. Наличие тектонического напряжения в данном регионе приводит к уменьшению чувствительности земной коры, к приливным действиям горизонтально составляющей силы протяжения Солнца. Поэтому перед близкими землетрясениями наблюдается резкое уменьшение интенсивности ЕИЭМПЗ в двух часовом интервале, охватывающем как средний момент, так и момент восхода Солнца.

При выделении возмущений ЕИЭМПЗ сейсмической природы не отработывались методики фильтрации помех атмосферного или космического происхождения, вызывающие вариации уровня поля при включении дополнительных источников или изменении условий прохождения радиоволн. При работе приемников в узкой полосе нерегулярные возмущения уровня поля могут вноситься также неконтролируемой работой радиокоммуникационных систем. Трудности выделения источников возмущения ЕИЭМПЗ сейсмической природы дополнялись следующими недостатками используемой аппаратуры: не предусматривали определенные направления на источник возмущений, не анализировали природу приходящего сигнала (естественного или искусственного происхождения), не проводили в полном объеме анализа гелиогеофизической, геомагнитной и метеорологической обстановки. Поэтому временное совпадение наблюдавшихся возмущений ЕИЭМПЗ с сейсмотектоническими процессами нельзя считать достаточным доказательством существования связи между ними. И если эту связь считать достоверной, то остаются неясными механизмы возбуждения источников возмущений ЕИЭМПЗ и их расположение. Это существенно затрудняет задачу поиска источников возмущений ЕИЭМПЗ сейсмической природы, так как характеристики «сигнала источников», его отличительные признаки неизвестны даже приблизительно.

Один из возможных причин изменения параметров ЕИЭМПЗ перед землетрясением - механоэлектрические преобразования в горных породах очага землетрясения - сопровождаются возникновением электромагнитных полей,

достигающих точки наблюдения и являющихся каналом информации о событиях в недрах.

Борта разломов всегда движутся друг относительно друга. В результате преобразовании энергии при трении бортов и релаксации зарядов, накапливаемых на бортах, возникают импульсные электромагнитные излучения с различными частотами, лежащими в интервале от нескольких сотен Герц до 100 кГц. Наибольшее число импульсов излучаются в интервале от 10 до 30 кГц.

В случае отсутствия сформированного очага землетрясения, импульсные электромагнитные излучения, выходящие из литосферы, имеют неизменную интенсивность и вносят определенный вклад на фоновую интенсивность ЕИЭМПЗ.

При наличии сформированного очага землетрясения, как следствие изменения

скорости относительного перемещения бортов разломов под действием механического напряжения, накопленного в очаге, нарушается режим излучения литосферой импульсных электромагнитных волн. Это приводит к изменению ЕИЭМПЗ относительного ее фонового значения и изменения ее параметров. Эти изменения рассматриваются как прогностические признаки готовящегося землетрясения. Изменения параметров ЕИЭМПЗ, описанное в данной статье, предположительно могут быть объяснены следующим образом. Перед землетрясением под влиянием механического напряжения, накопленного в очаге, готовящегося землетрясения, изменяется скорость перемещения бортов разлома друг относительно друга. Это приводит к изменению условий накопления электрических зарядов, возникающих в местах контакта бортов, что приводит в свою очередь, к изменению интенсивности излучения импульсных электромагнитных волн и их параметров.

Под действием механического напряжения уменьшаются скорости перемещения блоков друг относительно друга. Это приводит к уменьшению плотности зарядов, накапливаемых на бортах разломов, а, следовательно, и ослаблению напряженности электрического поля. При таком условии продолжительность импульсов электромагнитного излучения должна увеличиваться из-за увеличения времени релаксации накопленных зарядов.

За 1-2 суток перед землетрясением в очаге готовящегося землетрясения имеет место интенсивное трещинообразование. Это приводит к уменьшению скорости накопления зарядов на бортах разломов и уменьшению числа импульсов излучения.

Результаты позволяют предполагать, что изменение интенсивности ЕИЭМПЗ до и после землетрясения указывают на возможные их связи с накоплением предельного напряжения и процессы трещинообразования в зоне очага землетрясения и обусловленными ими, изменениями чувствительности земной коры к приливным действиям Солнца и Луны.

Нормально локальное поле ЕИЭМПЗ определяется преимущественно излучением тропических гроз, перед сейсмическим событием, подготовка которого сопровождается электрическим и электромагнитными явлениями, ЕИЭМПЗ может изменяться по следующим причинам:

- 1) появление в очаге землетрясения и распространение сигнала по радиоволноводам, образуемыми геологическими разломами;
- 2) возникновение электромагнитной силы из поверхностных слоев грунта при его поднятии, наклонах, например, при подготовке землетрясения;
- 3) повышение уровня ионизации приповерхностных слоев воздуха вследствие появления высоких электрических полей над эпицентром в атмосфере;
- 4) изменение электрических параметров поверхностного слоя воздуха и пород земной коры над эпицентром землетрясения изменит условия распространения электромагнитных волн в радиоволноводе поверхность Земли - ионосфера; в ионизованном воздухе будет происходить отражение волн и падающих волн: усиление ослабление ЕИЭМПЗ.

Произведенный анализ позволяет делать нижеследующие выводы:

1. Накопленные результаты наблюдений электромагнитных параметров и НЧ/ОНЧ сигналы в литосфере, атмосфере и сейсмоактивных районах и развитие теоретических работ указывают на возможность появления источников возмущений электромагнитных полей перед, сейсмическими событиями.

2. Наблюдаемые данные свидетельствуют об отличном характере проявления электромагнитных эффектов в различных регионах, и выбор направлений исследований обусловлен характеристиками каждого региона.

3. Все вышеизложенное приводит нас к необходимости организации дальнейших обширных исследований тектонических процессов в Иссык-Кульской впадине и проведения натуральных экспериментов в нижеследующем комплексе: Измерения ЕИЭМПЗ «Анализатор статистических характеристик импульсного электромагнитного потока АИП-4», измерения изменений напряженности атмосферного электрического потенциала (АЭП) «измеритель Вибратор-Струминского» и (максимального, минимального значения температуры, относительной влажности воздуха и измерения интенсивности ультрафиолетовых лучей) «Цифровой погодный центр с бегущей строкой» (RST Sweden-РСТ Швеция).

Литература:

1. Гохберг М.Б., Гуфельд И.Л., Маренко В.Ф., Пономарев Е.А., Рожной А.А., Ямпольский В.С. Исследование возмущений естественных и искусственных электромагнитных полей источниками сейсмического происхождения //Изд АН СССР, Физика земли, № 2, 1987. -С. 17-24.
2. Gokherg B.B., Gokherg I.L., Rojhnoy A.A. Marenko V.F. Yampolsky V.S. Ponomarev E.A. Study of seismic influence on the ionosphere by super long wave probing of the Earth-ionosphere wave guide // Phys. Earth Planet., v. 57, 64-67, 1989.
3. Гуфельд И.Л. Рожной А.А., Тюменцев С.Н. Шерстюк С.В., Ямпольский В.С. Возмущение радиоволновых полей перед Рудбарским и Рачинским землетрясениями // Изв. АН, сер. Физика Земли, № 3, 1992, -С. 102- 106.
4. Hayakawa M., Molchanov O.A. and Kawai E. Presursory Signature of the Kobe Earthquake on VLF Subionospheric Signal // J. Atmos. Electr., v.16, No. 3,247-257, 1996.
5. Molchanov O.A. and Hayakawa M., Subionospheric VLF signal petrubbation possibly related to earthquakes// J.G.R., v.103 (A8), 17489- 17504, 1998.
6. Альперт Я.Л. Распространение электромагнитных волн и ионосфера. -М., Наука, 1972.
7. Воробьев А.А. Тектоноэлектрические, тектономагнитные явления и их практическое приложение. Часть 5. изд. ВИНТИ, № 3206-80. Поиск электромагнитных предвестников землетрясений. /Под ред. Гохберга М.Б. -М.: Наука, 1988.