

**ПРЕДВЕСТНИКИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ В ВАРИАЦИЯХ
АТМОСФЕРНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ И В ИНТЕНСИВНОСТИ
МЕДЛЕННЫХ НЕЙТРОНОВ НА ВЫСОКОГОРНОЙ СТАНЦИИ ТЯНЬ-
ШАНЯ**



Антонова В.П., Крюков С.В., Луценко В.Ю., Малимбаев А.М.

Институт ионосферы Национального Центра космических исследований и технологий, Алматы, Казахстан, valanta@rambler.ru

VII научно-техническая конференция «Проблемы комплексного геофизического мониторинга Дальнего Востока России», 29 сентября - 5 октября 2019 года, г. Петропавловск-Камчатский

Цель – исследование временных и спектральных характеристик квазистатического электрического поля и интенсивности медленных нейтронов в периоды активизации сейсмических процессов в окрестности г. Алматы и выявление предвестников землетрясений.



VII научно-техническая конференция «Проблемы комплексного геофизического мониторинга Дальнего Востока России», 29 сентября - 5 октября 2019 года, г. Петропавловск-Камчатский

Экспериментальные установки



Детектор квазистатического электрического поля, Ez- составляющей, по принципу действия – электростатический флюксометр («field mill»)

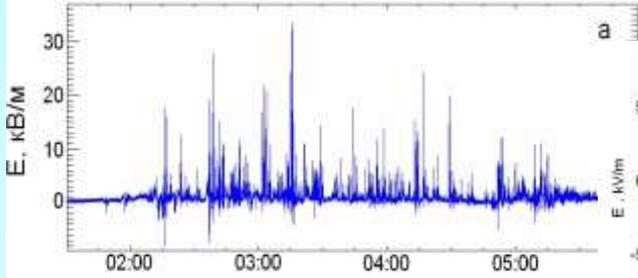


Внутренний детектор тепловых нейтронов

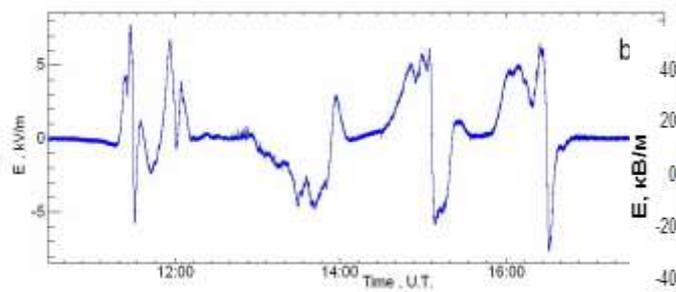


Нейтронный монитор 18NM64

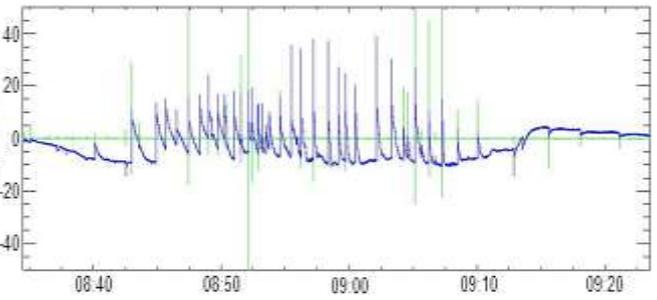
Особенности вариаций электрического поля в разных метеорологических условиях



Снегопад (метель)

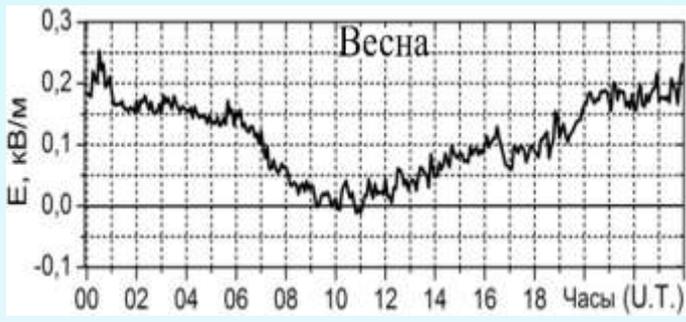


Дождь



Гроза

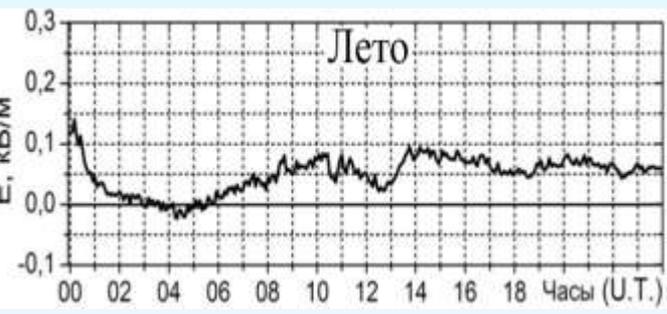
Условия «хорошей погоды».



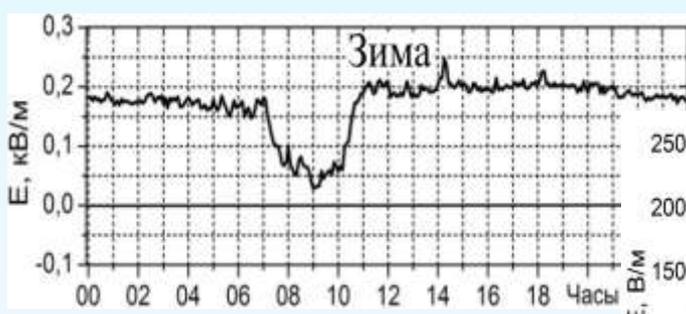
Весна



Осень



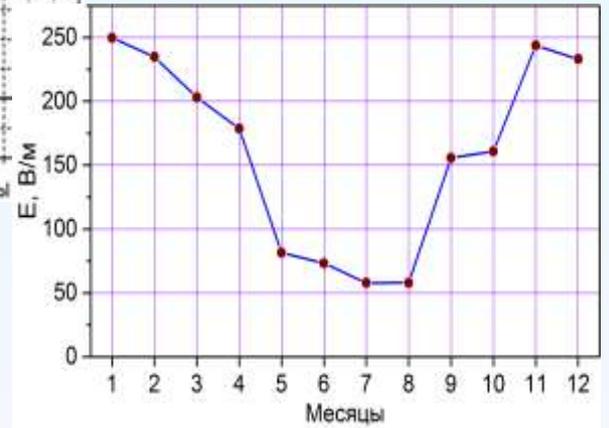
Лето



Зима

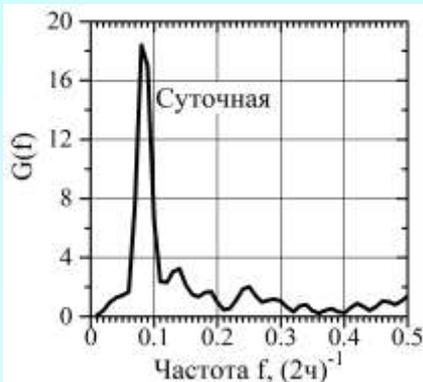
Суточная вариация электрического поля в условиях «хорошей погоды» в разные сезоны: весна, лето, осень, зима.

Среднемесячные значения

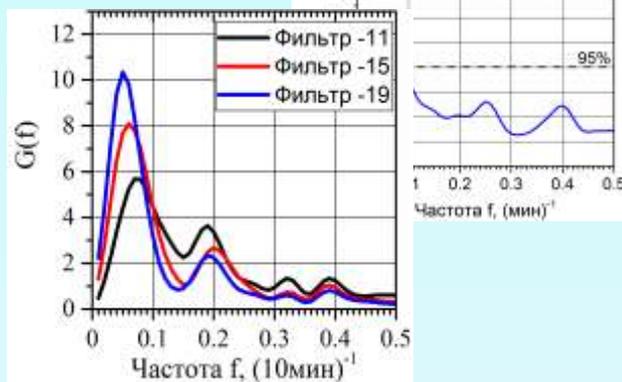


Вариации электрического поля на высокогорной станции, обусловленные регулярными, периодическими источниками возмущений.

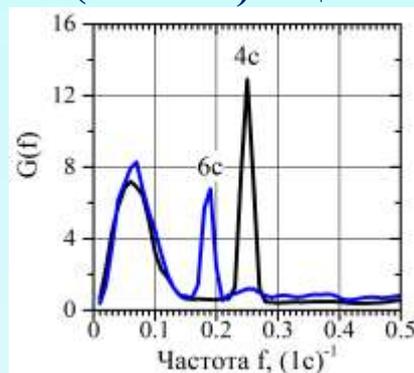
$(10^{-6} \div 10^{-4})$ Гц,



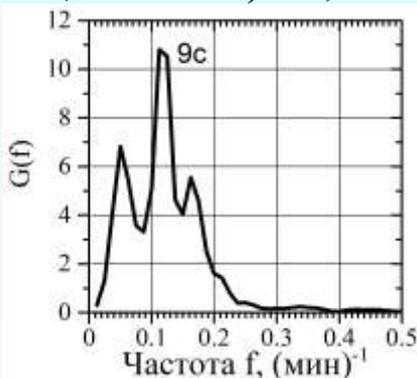
$10^{-4} \div 10^{-3}$ Гц.



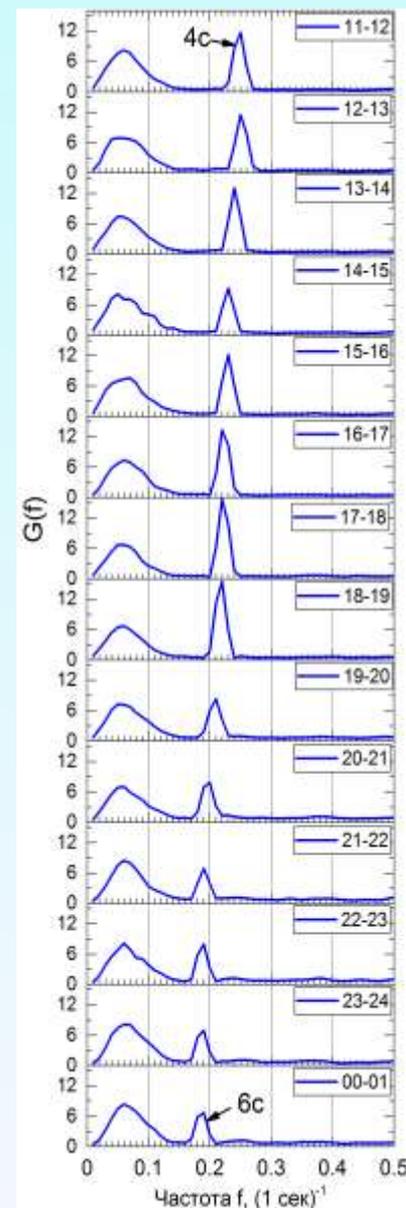
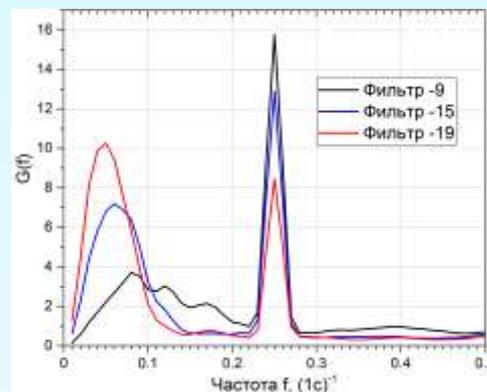
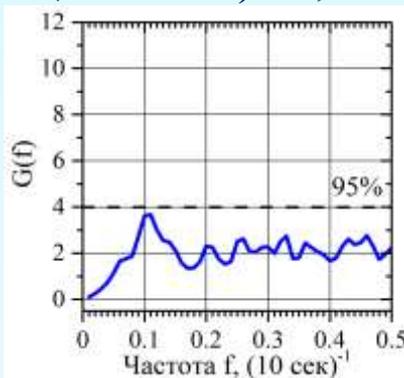
$(10^{-1} \div 1)$ Гц



$(10^{-3} \div 10^{-2})$ Гц,



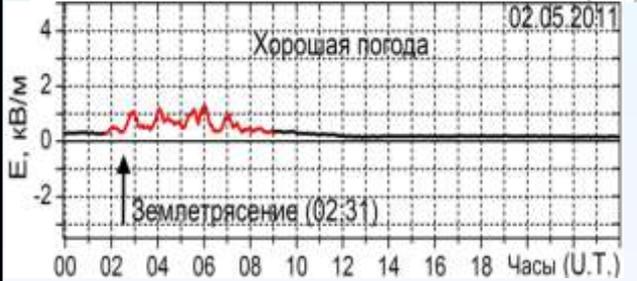
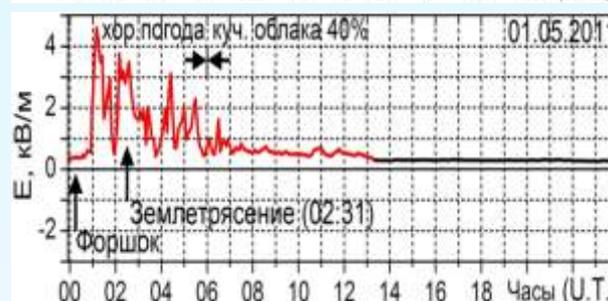
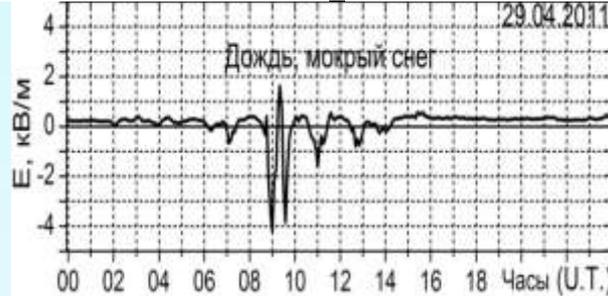
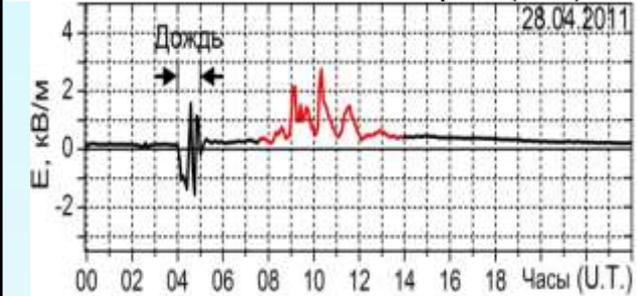
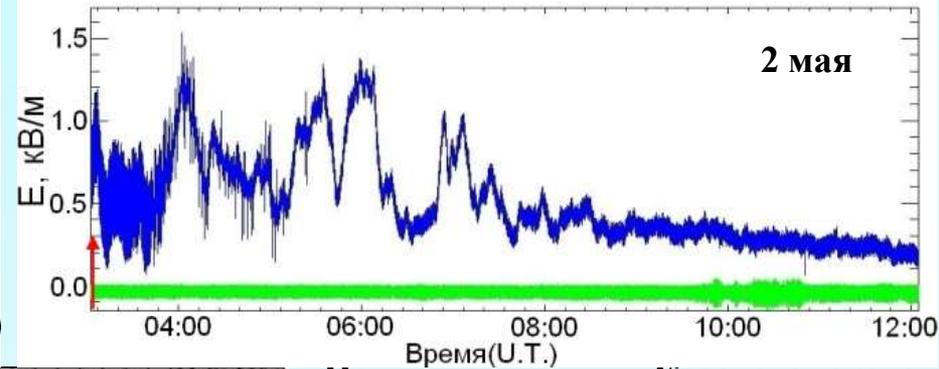
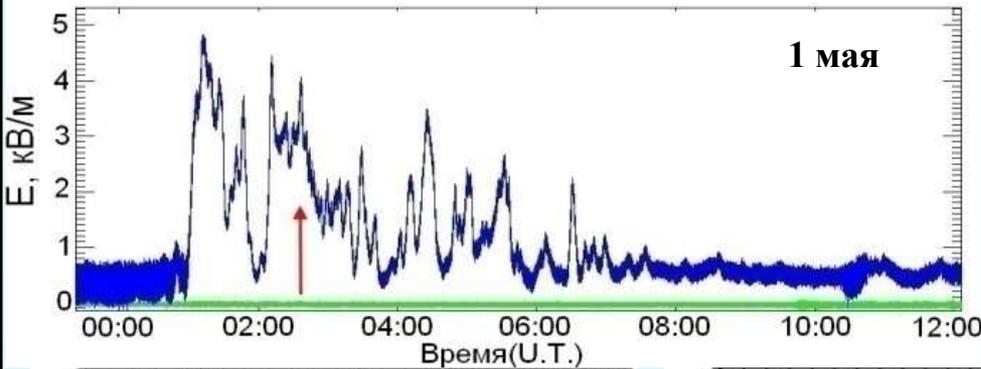
$(10^{-2} \div 10^{-1})$ Гц,



В $(10^{-4} \div 10^{-3})$ Гц и $(10^{-2} \div 10^{-1})$ Гц не обнаружено устойчивых вариаций. В диапазоне $(10^{-3} \div 10^{-2})$ Гц в дневное время эпизодически выявляются вариации от 5 до 20 мин.

В диапазоне $(10^{-1} \div 1)$ Гц явно выражены ~ 5-сек флуктуации электрического поля с амплитудой ~ 50В/м. Возможно, это биения частоты вращения двигателя с частотой сети

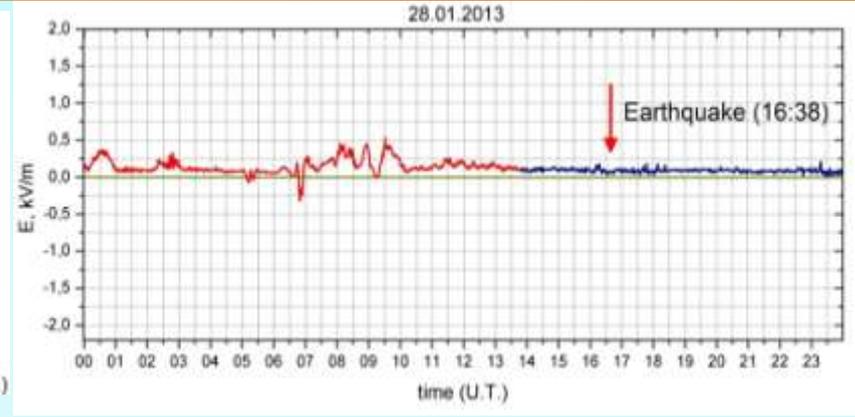
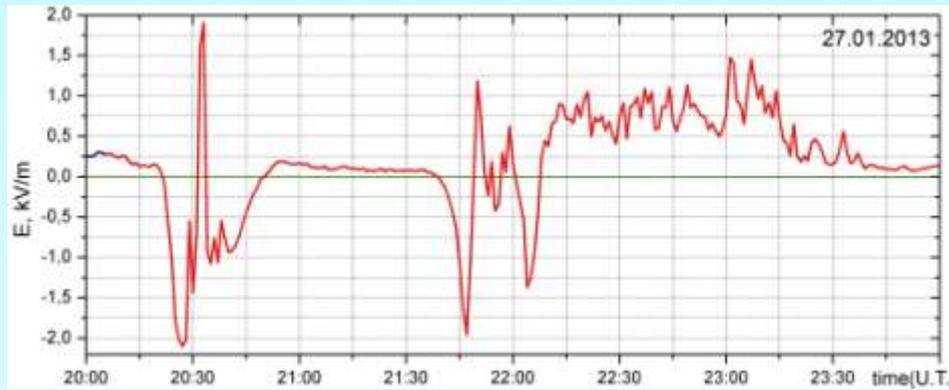
Особенности вариаций электрического поля в периоды активизации сейсмических процессов в окрестности г. Алматы.



По данным Казахстанского Национального центра за двое суток 1-2 мая 2011 г насчитывалось более 8 толчков от землетрясений с магнитудой ~ 4.0 и более. **Основной толчок с магнитудой 5,4 был 1 мая в 02:31 UT, 77.7 км к северо-востоку от Алма-Аты.** (В Алматы ощущ. -4-5 б) За 2,5 часа до него был зафиксирован слабый форшок с $K=5.8$. После землетрясения следовала серия аномально высоких афтершоков, Гипоцентр землетрясения расположен на глубине 22 км (<http://www.kndc.kz>).

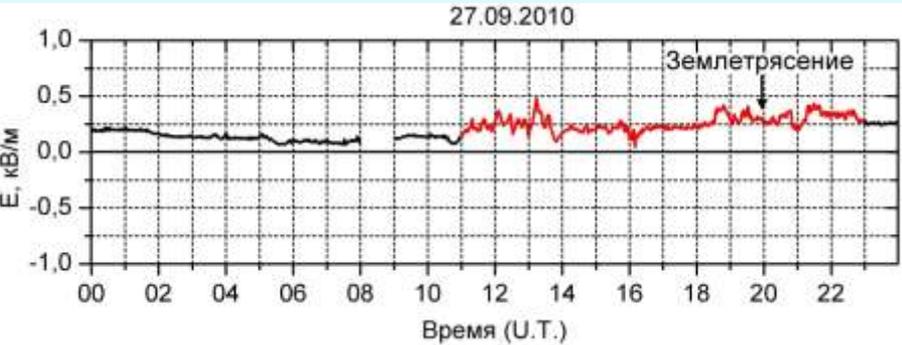
Значения электрического поля накануне и во время серии землетрясений в окрестности г. Алматы 1-2 мая 2011 г.

Особенности вариаций электрического поля в периоды активизации сейсмических процессов в окрестности г. Алматы.

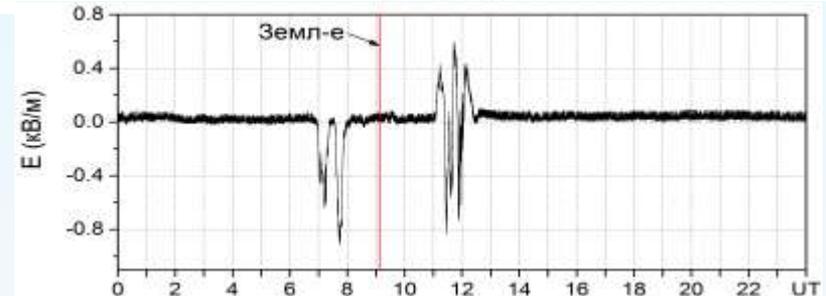


Значения электрического поля накануне землетрясения 28 января 2013 г.

Землетрясение произошло в 230 км. к востоку от г. Алматы ([сайт:www.kndc.kz](http://www.kndc.kz)). Энергетический класс=15.3. Глубина 10 км, магнитуда $M_w=6.1$. Землетрясение ощущалось в г. Алматы с интенсивностью 4-5 баллов.

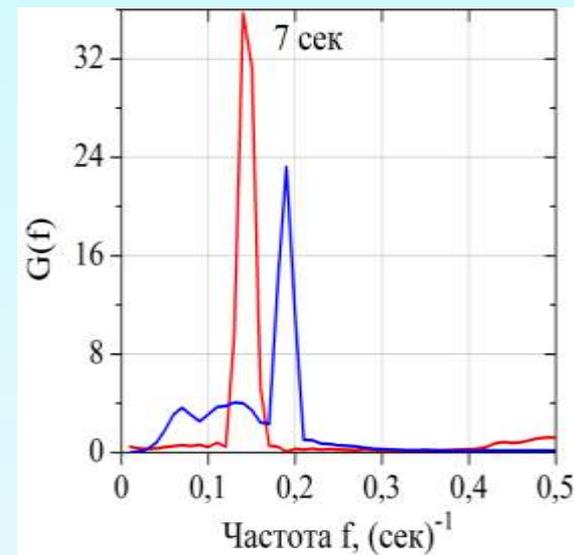
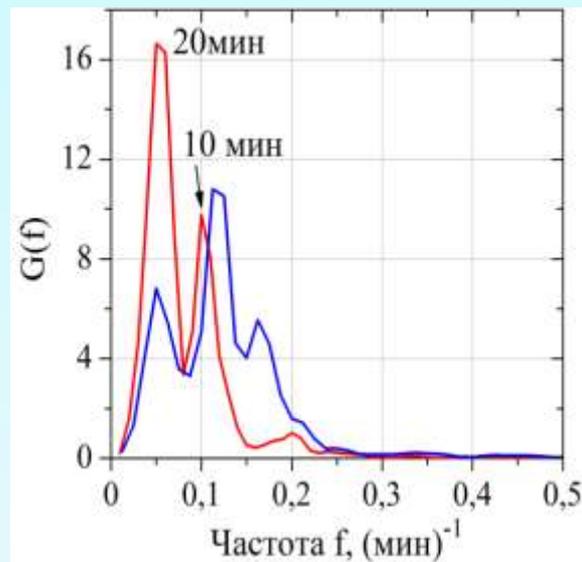
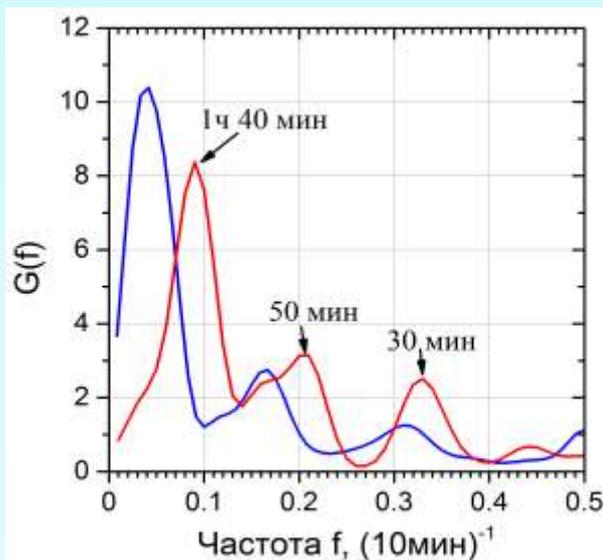


Накануне слабого землетрясения 8 апреля 2009 г. с $M=3.6$, но с эпицентром в непосредственной близости от точки наблюдения поля (25-30 км)
Координаты эпицентров землетрясений 8 апреля 2009г и 27 сентября 2010г с небольшим отклонением совпадают.



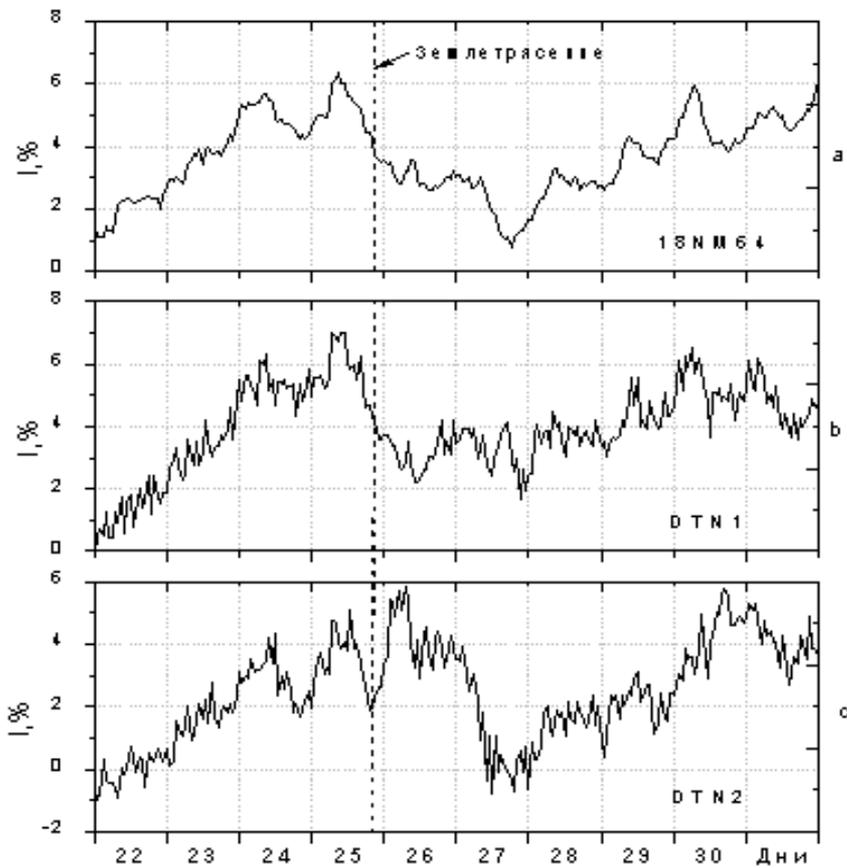
4 км к юго-востоку от г.Алматы 2 сентября 2019 г. $M=3.4$.
Землетрясение ощущалось в г.Алматы с интенсивностью 2-3 балла

Особенности спектрального состава аномальных вариаций электрического поля в периоды активизации сейсмических процессов в окрестности г. Алматы



Спектры мощности аномальных вариаций электрического поля накануне землетрясений (красная линия) и в сейсмически спокойных условиях (синяя линия).

Медленные нейтроны

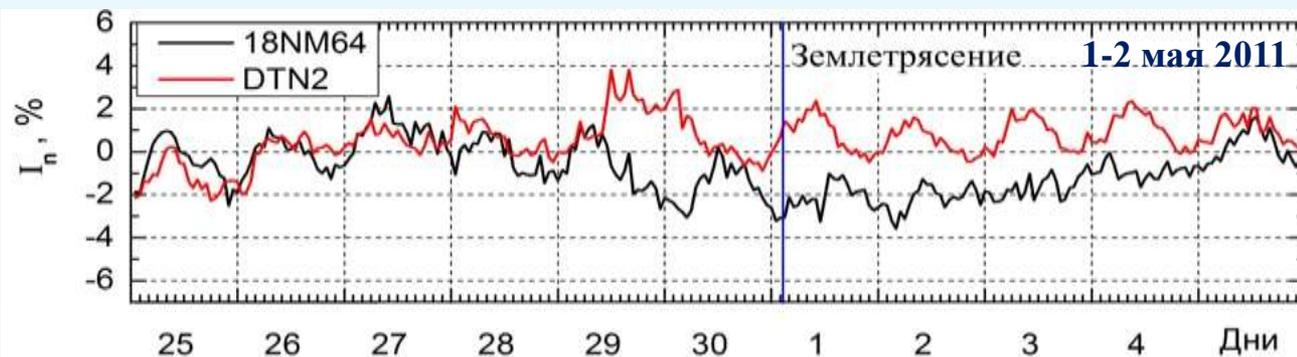


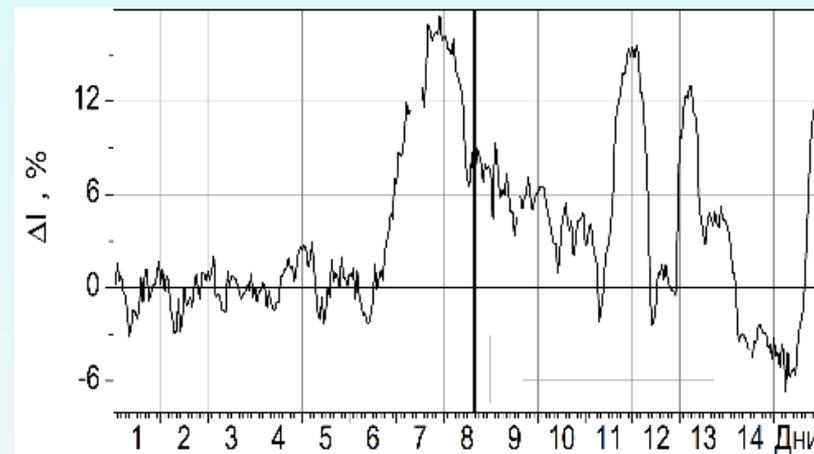
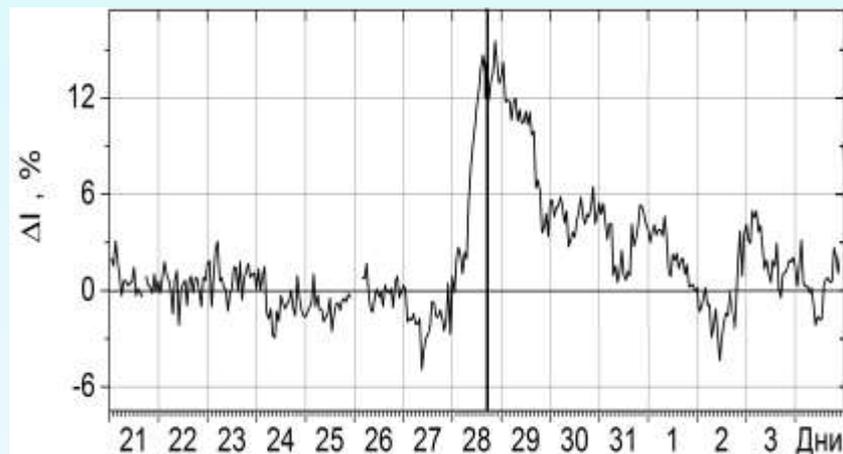
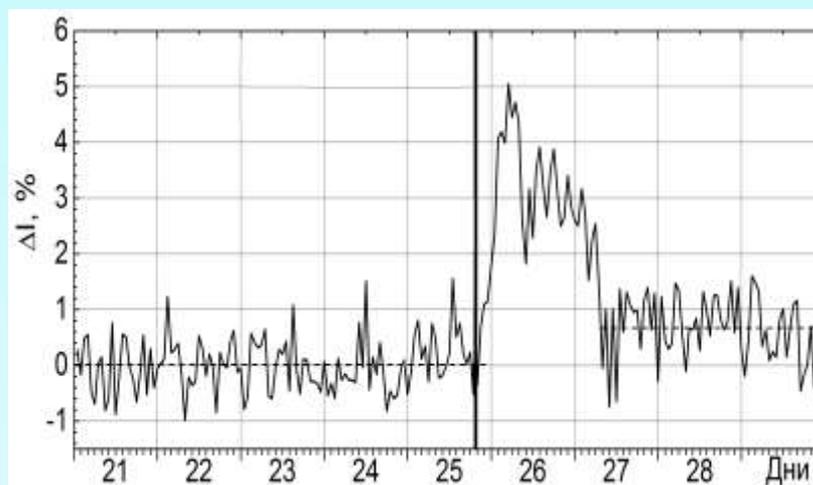
Значения, нейтронного монитора 18NM64, детекторов тепловых нейтронов DTN1 и DTN2.

25-го декабря 2006г в 20:01 (UT) произошло землетрясение в 146 км на юго-запад от Алматы. По данным (<http://www.kndc.kz>) **магнитуда – 5.95**, энергетический класс $K=14.2$. В Алматы землетрясение ощущалось с интенсивностью 4-5 баллов. Межпланетное поле в этот период спокойно. Скорость солнечного ветра ~ 300км/с.

Детектор	K, 20–24.12.06	K, 25–31.12.06	K, 31.12.06–04.01.07
DTN2-18NM64	0,97	0,57	0,87
DTN1-18NM64	0,98	0,74	0,90

После землетрясения, с 25 по 31 декабря, нарушилась корреляция данных этого детектора с нейтронным монитором, $K = 0,57$, уменьшилась корреляция и для детектора внутри здания. В начале января 2007 г. коэффициенты корреляции вновь повышаются.





Изменения интенсивности тепловых нейтронов литосферного происхождения во время сейсмической активности 25.12.2006, 08.04.2009 и 28.01.2013 г.

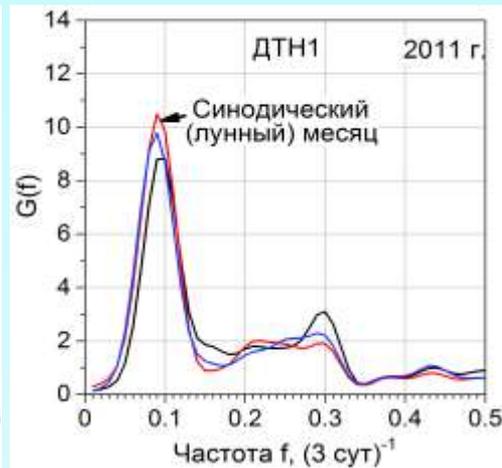
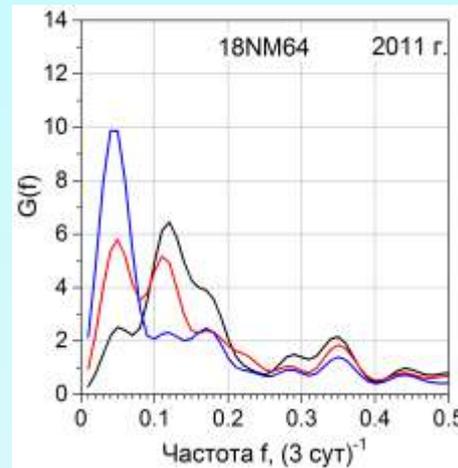
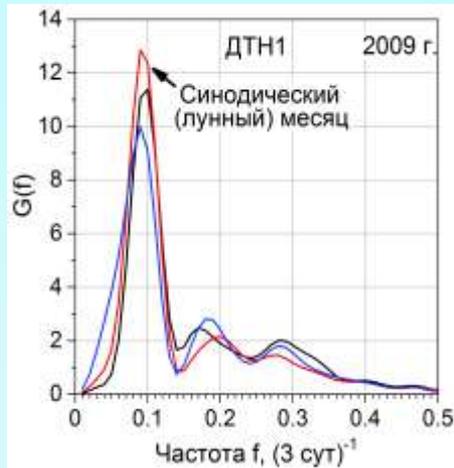
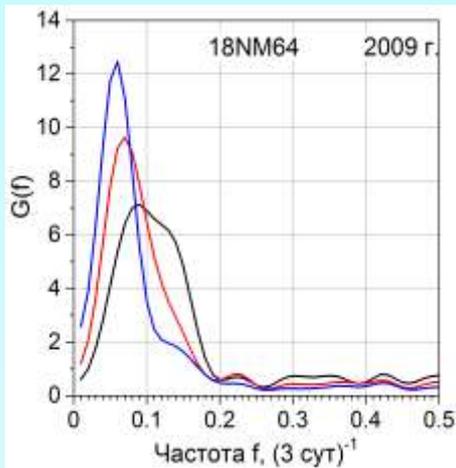
Установлено, что повышением интенсивности тепловых нейтронов сопровождается ~ 60% землетрясений, но накануне землетрясений таких событий значительно меньше, ~ 25-30%.

Каталог землетрясений в окрестности г. Алматы за 2007-2019 гг интенсивностью ≥ 3.6

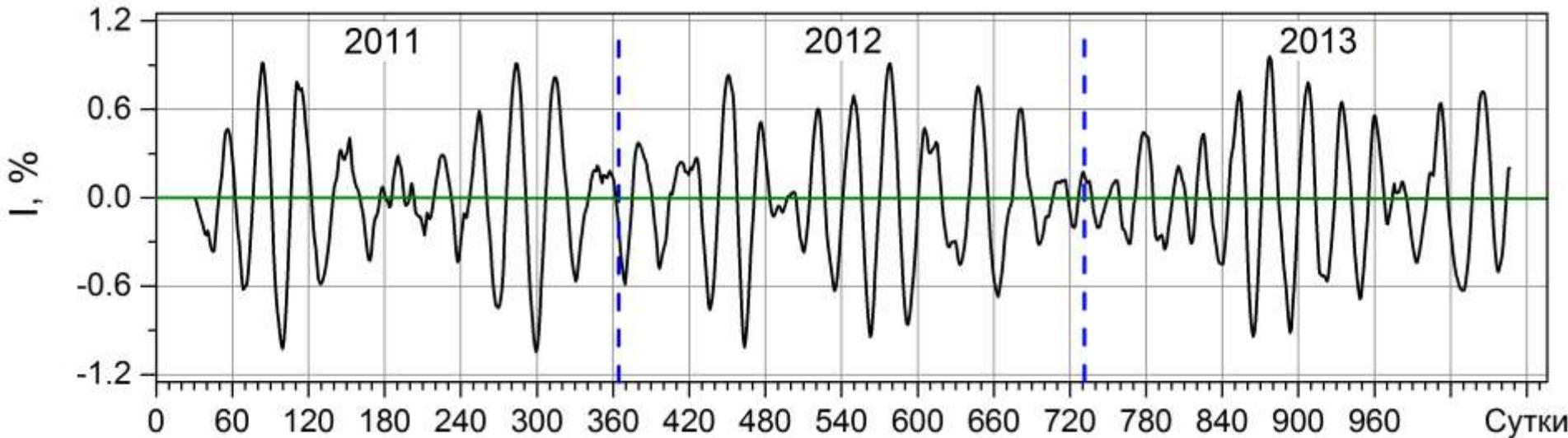
№	Дата	Время, УТ	Координаты эпицентра	Расст-е до Алматы (км)	Магн-да	К, эн.кл	Инт-ть в Алматы	Фаза Луны
1	2007.10.09	16:00	43,05 СШ; 77,69 ВД	72 на В	4.9	11.5	3	Новолуние
2	2007.12.29	21:27	42,92 СШ; 76,81 ВД	35 на Ю	4.2	10.48	4	С31.12.2007
3	2008.11.01	05:48	42,76 СШ; 76.46 ВД	55 на Ю	4.17		3,5	Новолуние
4	2009.04.08	17:15	43,07 СШ; 77,16 ВД	25 на ЮВ	3.6		Ощ-сь	Полнолуние
5	2009.04.19	04:08	41,17 СШ; 78,17 ВД	260 на ЮВ	5.1	12.7	3	3 четв.
6	2009.04.27	20:04	43,12 СШ; 72,37 ВД	350 на З	5.6	12,3	3	Новолуние
7	2009.04.28	03:09	43,02 СШ; 78,10 ВД	90 на ЮВ	4.4	9	2-3	Новолуние
8	2009.06.13	17:17	44,85 СШ; 78,67 ВД	230 на СВ	6.1	14	3-4	С-3 четв
9	2009.09.24	07:57	42,14 СШ; 77,57 ВД	146 на ЮВ	5.2	12.5	3-4	1 четв.
10	2010.03.02	01:55	42.46 СШ; 75,68 ВД	140 на ЮЗ	5,5	12,1	3	Полнолуние
11	2010.04.20	10:18	43,93 СШ; 77,99 ВД	110 на СВ	4.8	11	3	1 четв.
12	2010.12.10	02:34	42,94 СШ; 76,57 ВД	44 на ЮЗ	3.6	9	3	1 четв.
13	2011.03.18	09:36	43,05 СШ; 74,90 ВД	135 на З	4,8	11.1	3	Полнолуние
14	2011.03.23	20:19	43,03 СШ; 74,91 ВД	135 на З	4	Один очаг		С
15	2011.05.01	02:31	43,63 СШ; 77,76 ВД	80 на СВ	5.4	13.3	4-5	Новолуние
16	2011.06.02	21:06	42,56 СШ; 78,43 ВД	140 на ЮВ	4.7	10.8	2-3	новолуние
17	2013.01.28	16:38	42,64 СШ; 79,76 ВД	230 на В	6.1	15.3	4-5	Полнолуни
18	2013.03.13	22:32	42,57 СШ; 79,86 ВД	253 на В	4.8	11	-	Новолуние
19	2013.03.09	11:19	42,54 СШ; 79,53 ВД	-	3.8	8.3	-	Новолуние
20	2013.09.20	16:28	42,30 СШ; 75,46 ВД	95 на ЮЗ	5.0	11.3	2-3	Полнолуние
21	2014.11.14	01:24	42,11 СШ; 77,21 ВД	130 на Ю	5.5	12.7	3-4	С – 3 четв
22	2014.11.23	17:53	43,21 СШ; 76,7 ВД	22 на З	3.6	7.5	2-3	Новолуние
23	2014.11.26	17:57	43,34 СШ; 76,84 ВД	12 на СЗ	3.8	8.0	2-3	1 четв.
24	2014.12.04	05:25	43,03 СШ; 77,34 ВД	35 на ЮВ	4.4	9.7	2-3	Полнолуние
25	2015.01.22	15:52	42,34 СШ; 74,99 ВД	187 на ЮЗ	5.2	11.5	2-3	Новолуние
26	2015.03.15	14:01	42,92 СШ; 76,89 ВД	30 на Ю	5.1	11.1	4	С
27	2015.03.30	06:48	43,48 СШ; 77,81 ВД	83 на СЗ	3.6	9	2-3	1 четв.
28	2017.04.28	05:01		145	5.1		3-4	Новолуние
29	2017.08.08	23:28	44.49 СШ; 82,67 ВД	485 на СВ	6.8	14.8	4	полнолуние
30	2018.02.02	09:20	43.20 СШ; 76,90 ВД	5 на З	3.7	8.5	2-3	полнолуние
32	2018.08.31	12:21	43.10 СШ; 77,42 ВД	53 на ЮВ	5.2	11.7	4	3четв-
32	2019.08.18	03:12	43.91СШ;76.84В Д	78 на С	4.1	9.5	Ощущ.	полнолуние
33	2019.09.02						2-3	новолуние

Установлено, что повышением интенсивности тепловых нейтронов сопровождается ~ 60% землетрясений, но накануне землетрясений таких событий значительно меньше, ~ 25-30%.

66,6% событий из составленного нами каталога землетрясений с интенсивностью ≥ 3 баллов произошло во время полнолуния или новолуния (+/- 1÷2дня).



Обнаружена устойчивая периодическая вариация в интенсивности тепловых нейтронов ~ 29,5 суток (лунный месяц), обусловленная гравитационным воздействием Луны. В интенсивности высокоэнергичных нейтронов данная вариация не выявляется, что свидетельствует о дополнительном, внутреннем источнике тепловых нейтронов (земная кора).



Рассчитаны амплитудные характеристики методом комплексной демодуляции. Амплитуда лунного (синодического) месяца составляет величину ~ 1,2%.

Заключение

Исследование регистрируемых геофизических параметров на высокогорной станции Тянь-Шаня, расположенной вблизи разлома коры, во время активизации сейсмических процессов показало, что два параметра (Ez-компонента атмосферного электрического поля и интенсивность тепловых нейтронов) могут использоваться при прогнозировании землетрясений.

Препятствующим фактором для использования вариаций электрического поля является грозовая активность. Для тепловых нейтронов необходимым условием является одновременная регистрация высокоэнергичных нейтронов для выделения вариаций литосферного происхождения.

Благодарю за внимание



VII научно-техническая конференция «Проблемы комплексного геофизического мониторинга Дальнего Востока России», 29 сентября - 5 октября 2019 года, г. Петропавловск-Камчатский