

УДК 550.34

Омуралиев М., Омуралиева А.
Институт сейсмологии НАН КР,
г. Бишкек, Кыргызстан.

ОПЫТ ОЦЕНКИ СЕЙСМИЧЕСКОЙ СРЕДНЕСРОЧНОЙ ОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИИ КЫРГЫЗСТАНА И КРАТКОСРОЧНОЙ ОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИИ США

Аннотация: В статье приведены результаты опыта оценки средне- и краткосрочной сейсмической опасности территорий Кыргызстана и США. Определены периоды повышенной вероятности и сила ожидаемых сильных землетрясений.

Ключевые слова: Время, место и сила ожидаемого землетрясения, каталог землетрясений, последовательность проявления землетрясений, период активизации, период затишья, экстраполяция, сейсмическая энергия, магнитуда, сейсмическая мощность, флуктуация энергии, сейсмогенерирующая зона, деформационная волна, вектор активизации, оценка сейсмической опасности.

КЫРГЫЗСТАН ЖЕРГЕСИНДЕГИ ОРТО-МӨӨНӨТТҮҮ СЕЙСМИКАЛЫК КОРКУНУЧТУ ЖАНА АКШ ЖЕРГЕСИНДЕГИ КЫСКА-МӨӨНӨТТҮҮ КОРКУНУЧТУ БААЛОО ТАЖРЫЙБАСЫ

Кыскача мазмуну: Бул макалада Кыргызстандын жана АКШнын территориясындагы орто- жана кыска-мөөнөттүү сейсмикалык коркунучтарын баалоо тажрыйбасынын жыйынтыктары берилген. Күтүлгөн күчтүү жер титирөөлөрдүн жогорку мүмкүндүктөгү мезгили жана болжолдуу күчү аныкталган.

Негизги сөздөр: Күтүлгөн жер титирөөнүн убактысы, орду жана күчү, жер титирөөлөрдүн каталогу (тизмеси), жер титирөөлөрдүн болушунун ырааттуулугу, сейсмикалык активдештирүүнүн мезгили, сейсмикалык басаңдоо мезгили, экстраполяция, сейсмикалык энергия, магнитуда, сейсмикалык кубаттуулук, энергиянын флуктуациясы, жер титирөөлөрдү пайда кылуучу зона, деформациялык толкун, активдештирүүнүн вектору, сейсмикалык коркунучту баалоо.

EXPERIENCE IN THE ASSESSMENT OF MEDIUM-TERM SEISMIC HAZARD IN THE TERRITORY OF KYRGYZSTAN AND SHORT-TERM HAZARD IN THE UNITED STATES

Abstract: The results of experience in assessing the medium-term and short-term seismic hazard in the territory of Kyrgyzstan and the United States. Periods of increased probability and strength of the expected earthquakes were determined.

Keywords: Time, location, and magnitude (strength) of an earthquake, earthquake catalog, sequence of earthquakes' manifestation, seismically active period, seismically calm period, extrapolation, seismic energy, magnitude, seismic power, fluctuation of energy, seismogenic zone, deformation wave, vector of seismic activation, seismic hazard assessment.

Оценка краткосрочной сейсмической опасности является наиболее ответственным этапом сейсмологических исследований. Методика оценки краткосрочной сейсмической опасности только начинает разрабатываться. Оценка краткосрочной сейсмической опасности является продолжением оценки долго- и среднесрочной сейсмической опасности [1-6].

Для этого необходимо иметь оперативные, точные данные параметров землетрясений. Такие данные имеются в таких странах, как США, Япония, Китай, Россия, Турция и т.д. Для нас более доступными являются каталоги землетрясений США [7] и Кыргызстана.

В результате слежения последовательности проявления землетрясений с $M \geq 2,5$ и изменения кумулятивной сейсмической энергии США с августа 2012 г по апрель 2013 г. нами оценена долго- и среднесрочная сейсмическая опасность, а именно в 18 часов 10 августа 2012 г. (222,828 сутки) наступила сейсмическая активизация и произошло землетрясение с $M=6,2$ в 102 км восточнее и юго-восточнее от населенного пункта Никольски. В 3 часа 28 октября 2012 года (301,052 суток) активизация достигла своего максимума, и проявилось землетрясение с $M=7,7$ в 263 км южнее от Метлакатла. В 8 часов 5 января 2013 г. (369,803 сутки) отмечался спад активизации, и произошло землетрясение с $M=7,5$ в 90 км юго-западнее от Эдна Бэй. После проявления землетрясения в 9 часов 31 января 2013 г. с $M=6,0$ наступило затишье. В 13 часов 20 апреля 2013 г. (477,312 сутки) наступил снова период сейсмической активизации. Затем было продолжено слежение за последовательностью проявления землетрясений. На рисунке 1 приведен график последовательности землетрясений США по 22 мая 2013 г.

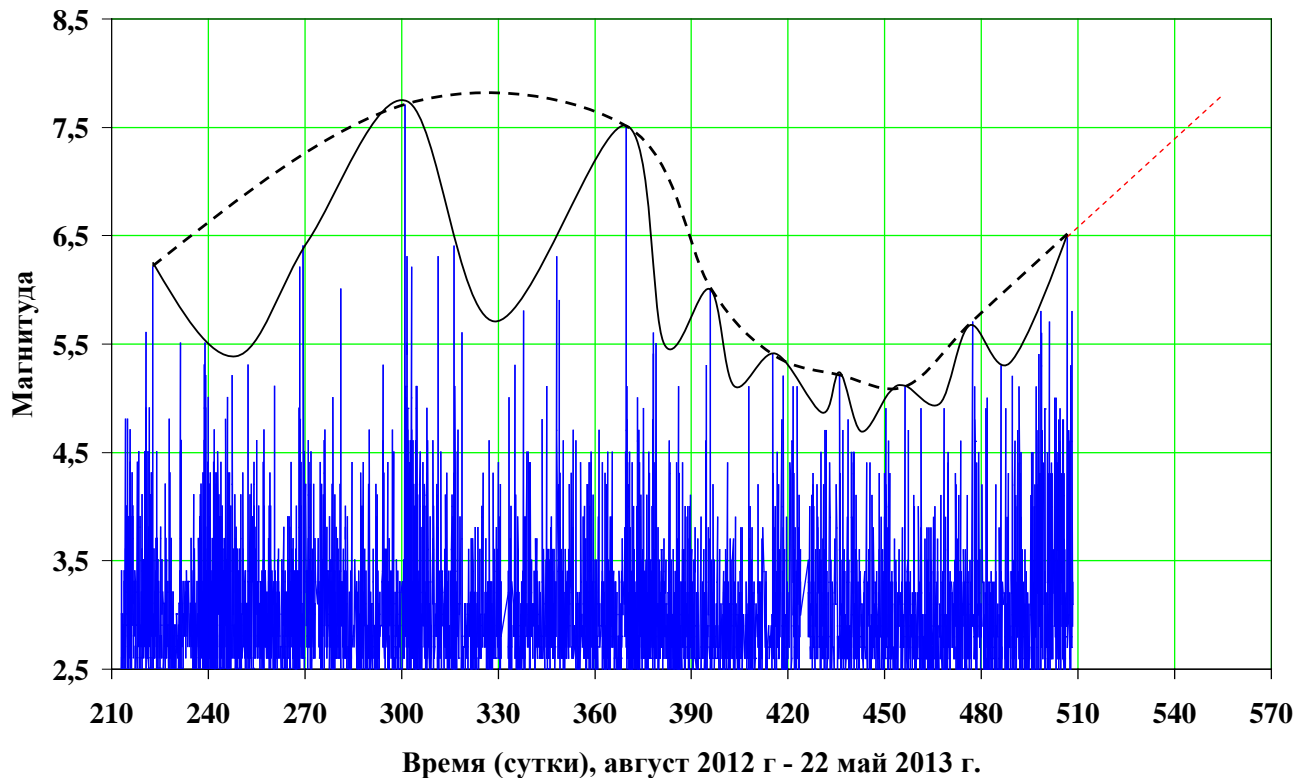


Рис.1. Последовательность проявления землетрясений США $M \geq 2,5$. Огибающими линиями выделены периоды активизации и затишья разного порядка.

В 9 часов 20 мая (507,473 сутки) произошло землетрясение с $M=6,5$, эпицентр которого имел координаты $\varphi=-44,94^\circ$, $\lambda=-80,541^\circ$. Промежуток времени от землетрясения с $M=5,7$ составлял 29,3 суток. При этом линейная экстраполяция может быть описана выражением

$$M = 0,0273t - 7,3321, \quad (1)$$

где M - магнитуда, t - время (сутки), а нелинейная экстраполяция - формулой

$$M = 6,2124 * 10^{-4} t^2 + 0,0182t + 5,8. \quad (2)$$

На основании формулы, связывающей магнитуду (M) и энергию (E , эрг) [8, 9], определены величины энергии землетрясений по значениям магнитуды:

$$\lg E = 11,8 + 1,5M. \quad (3)$$

График изменения кумулятивной сейсмической энергии (определенной на основе формулы (3)) США с августа 2012 г. по 22 мая 2013 г. неровно-ступенчатый (рисунок 2) характеризуется осредненной линией (трендом):

$$E_{\text{кум}} = (1,6794t - 382,32) * 10^{21}, \text{ эрг}, \quad (4)$$

где t – время, сутки; коэффициент 1,6794 имеет единицу измерения мощности эрг/сутки. Величина месячной сейсмической мощности за 9 месяцев составляла $285,7 * 10^{21}$ эрг/месяц. Максимальная возможная энергия ожидаемого сильного землетрясения может достигнуть $712,45 * 10^{21}$ эрг. Флуктуация этой энергии ограничивается сверху и снизу параллельными прямыми линиями. Верхняя линия выражается формулой:

$$E_{\text{с}} = (1,6791t - 267,04) * 10^{21}, \text{ эрг}, \quad (5)$$

а нижняя линия – формулой:

$$E_{\text{н}} = (1,6791t - 498,49) * 10^{21}, \text{ эрг}. \quad (6)$$

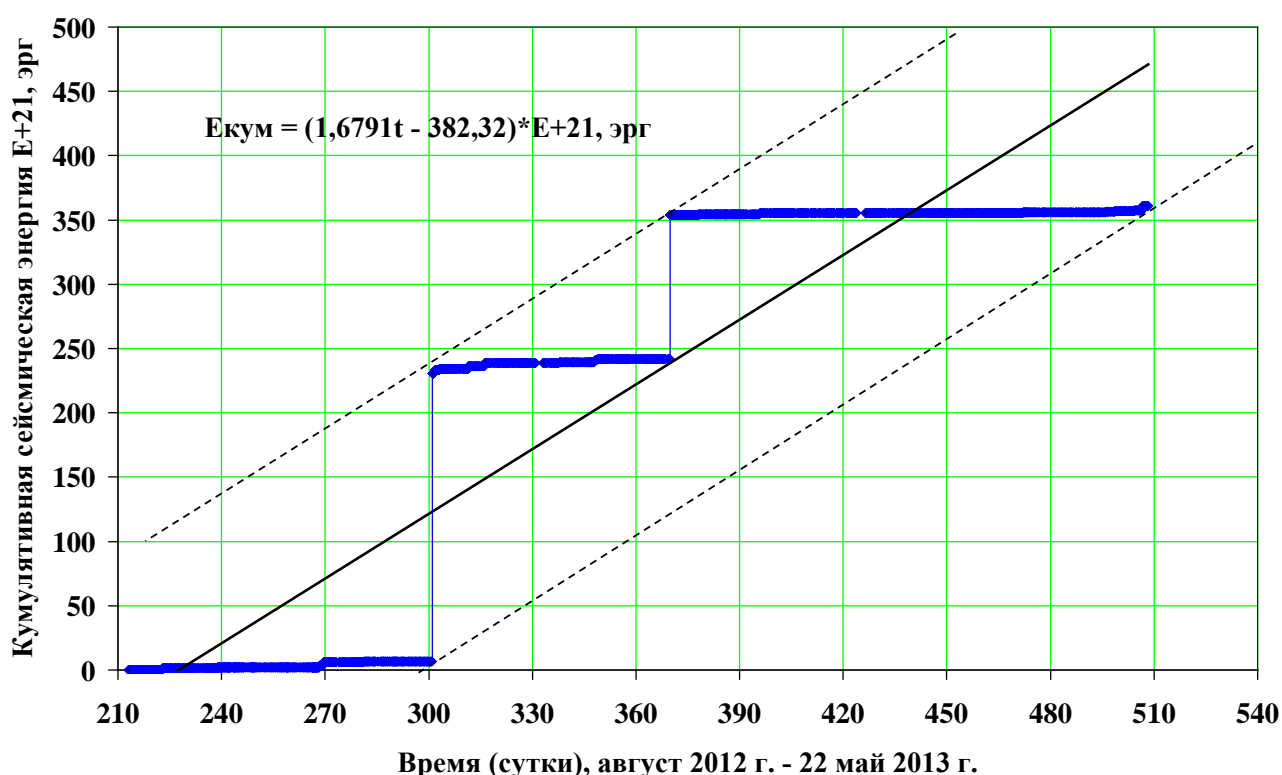


Рис.2. Кумулятивная сейсмическая энергия, высвобожденная при землетрясениях с магнитудами $M \geq 2,5$ в США с августа 2012 г. по 22 мая 2013 г.

Верхняя линия указывает на интервал сейсмической энергии ожидаемого землетрясения по вертикали от последнего момента. Вероятная сейсмическая энергия ожидаемого землетрясения в ближайшие сутки июня-июля 2013 г. может достигать значения $226,42 * 10^{21}$ эрг, которое соответствует магнитуде до $M=7,7$. Подставляя значение магнитуды $M=7,7$ в формулы (1) и (2) находим длительность ожидаемого времени, равная 42,29 суткам и 42,56 суткам после 20 апреля, т.е. вероятное время землетрясения - до начала июля 2013 г. В определении места ожидаемого землетрясения существует определенная функциональная неопределенность [2]. В большом регионе время ожидания землетрясения может локализоваться с относительно большой точностью, а место его - определяться с большой погрешностью. В связи с этим отмечено (на первый взгляд, не совсем корректное предложение), что

на данном этапе исследования ожидаемое землетрясение может произойти в одной из сейсмогенерирующих зон США.

Последовательность проявления землетрясений на территории Кыргызстана и прилегающих районов соседних стран Средней Азии (в квадрате $\varphi=39^{\circ}-44^{\circ}$ с.ш., $\lambda=69^{\circ}-81^{\circ}$ в.д.) за январь 2011 г. - март 2013 г. приведена на рисунке 3.

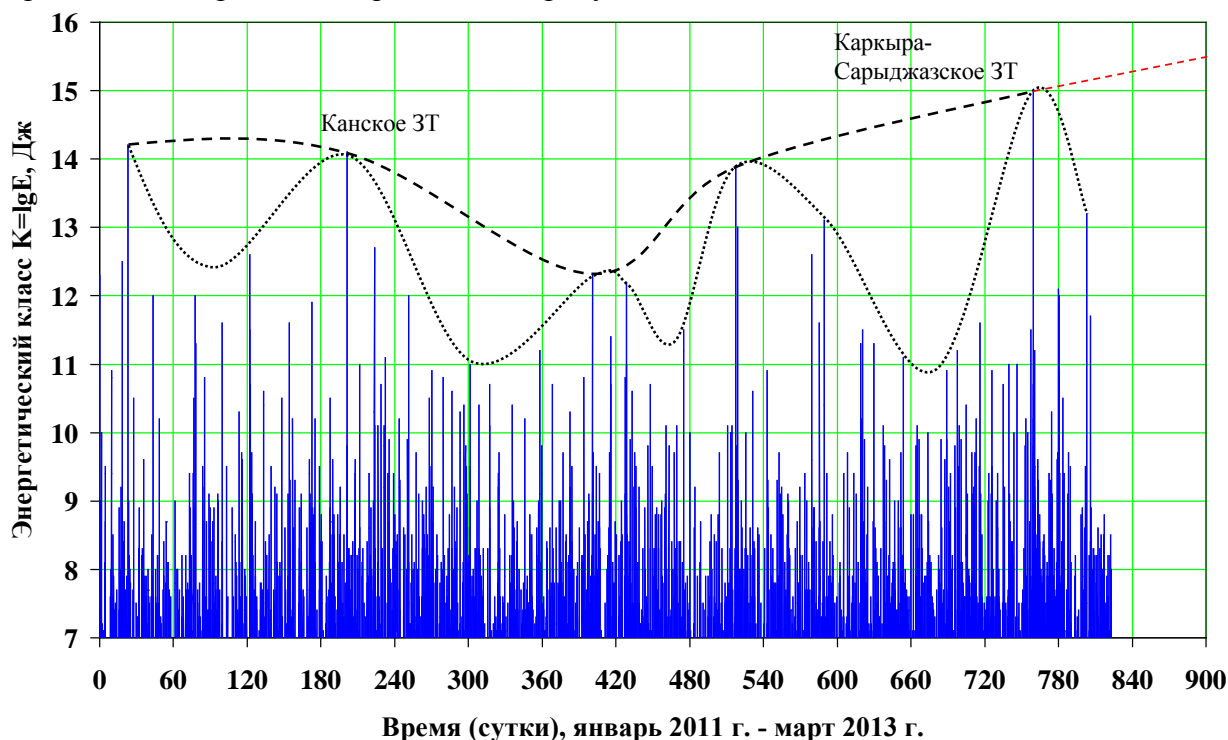


Рис.3. Последовательность проявления землетрясений с $K \geq 7$ на территории Кыргызстана и прилегающих районов соседних стран Средней Азии (в квадрате $\varphi = 39^{\circ}-44^{\circ}$ с.ш., $\lambda = 69^{\circ}-81^{\circ}$ в.д.) за январь 2011 г. - март 2013 г. по данным аналитического каталога ИС НАН КР. Огибающими линиями выделены периоды активизации и затишья разного порядка. Линия экстраполяции обозначена пунктирной линией красного цвета.

Здесь в 2 часа 24 января 2011 г. (23,11 сутки) сейсмическая активизация достигла пикового значения, проявилось землетрясение с $K=14,2$. Далее наблюдался некоторый спад активизации и в 19 часов 18 июля 2011 г. произошло Канское землетрясение с $K=14,1$. После наступил период затишья. На минимуме затишья в 7 часов 5 февраля 2011 г. отменилось землетрясение с $K=12,3$. В 21 часов 30 мая 2012 г. (151,63 суток) снова наступила сейсмическая активизация и произошло землетрясение на территории Казахстана с энергетическим классом $K=13,9$. В дальнейшем наблюдался рост активизации и в 16 часов 28 января 2013 г. (393,69 суток) произошло на территории Казахстана землетрясение (Каркыра – Сарыджазское) с $K=15$. Промежуток времени между данными землетрясениями составлял 242,06 суток. Линейная экстраполяция по этим землетрясениям выражается формулой:

$$K = 0,0045t + 13,21, \quad (7)$$

где $K = \lg E$ (Дж) - энергетический класс, t - время (сутки). Из (7) следует, что энергетический класс ожидаемого землетрясения при $t > 393,7$ суток имеет величину $K > 15$. Время ожидания, вероятно, составляет до $t = 393,69 + 242,06 = 635,7$ суток. На фоне вышеописанной активизации отмечаются относительно короткопериодные активизации и затишья следующего порядка. Так, после землетрясения с $K=15$ в 3 часа 3 марта проявилось землетрясение с $K=13,2$ и далее по данным интерактивного каталога по май 2013 г. наступил период затишья (рисунок 4). Смена данного периода затишья в будущем с новым периодом активизации даст воз-

возможность локализовать время ожидаемого сильного землетрясения в краткосрочной перспективе.

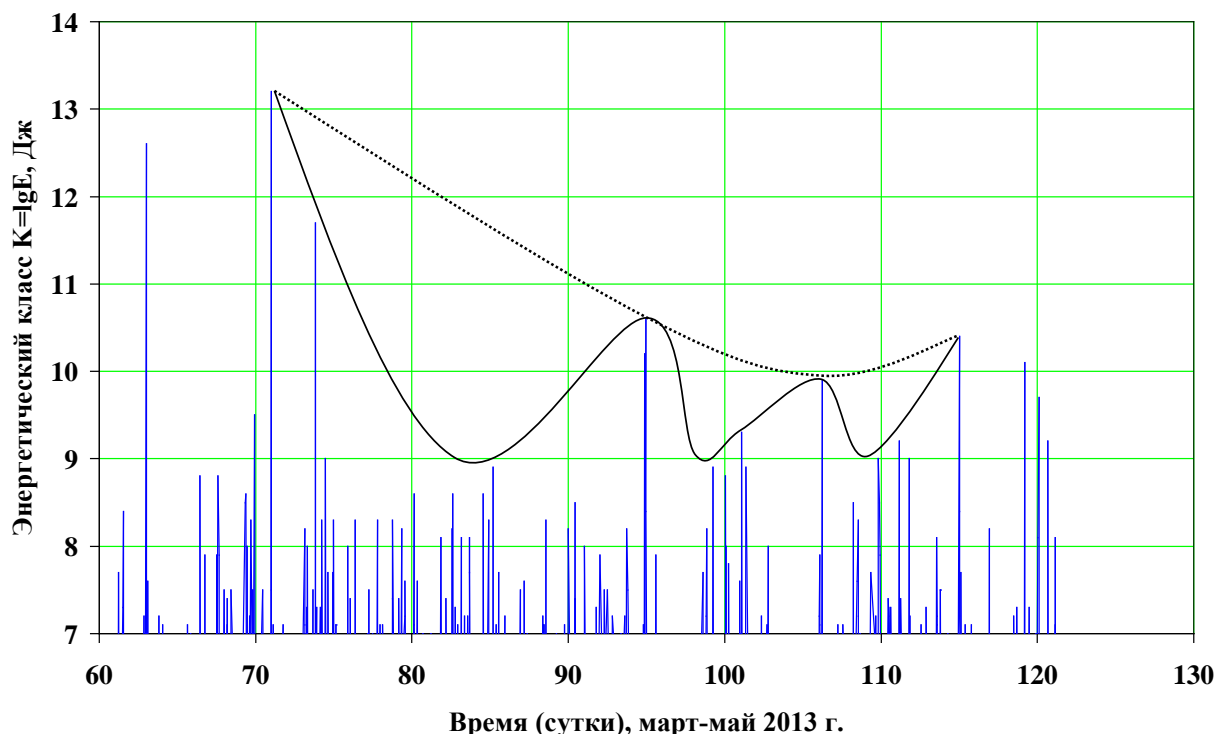


Рис.4. Последовательность проявления землетрясений с энергетическими классами $K \geq 7$ на территории Кыргызстана и прилегающих районов соседних стран Средней Азии (в квадрате $\varphi = 39^\circ\text{--}44^\circ$ с.ш., $\lambda = 69^\circ\text{--}81^\circ$ в.д.) за март-май 2013 г. по данным интерактивного каталога ИС НАН КР. Огибающими линиями выделены периоды активизации и затишья разного порядка.

Из выражения энергетического класса $K = \lg E$ (где E — сейсмическая энергия, Дж) можем найти величину сейсмической энергии:

$$E = 10^K, \text{ Дж.} \quad (8)$$

График кумулятивной сейсмической энергии (определенной на основе формулы (8)) рассматриваемого региона за январь 2011 г. — март 2013 г. неровно-ступенчатый (рис.5) характеризуется средней линией, выраженной формулой:

$$E_{\text{кум}} = (0,0132t - 1,2824) * 10^{14}, \text{ Дж,} \quad (9)$$

где $E_{\text{кум}}$ — кумулятивная сейсмическая энергия, t — время, сутки; коэффициент 0,0132 имеет размерность мощности Дж/сутки.

Здесь сейсмическая мощность за 27 месяцев составляет $14,38 * 10^{14} / 27 = 5,3288 * 10^{13}$ Дж/мес. Флуктуация кумулятивной энергии (см. рис.5) ограничивается сверху и снизу параллельными прямыми линиями. Верхняя линия выражается формулой:

$$E_{\text{с}} = (0,0132t + 4,167) * 10^{14}, \text{ Дж,} \quad (10)$$

а нижняя линия — формулой:

$$E_{\text{н}} = (0,0132t - 5,8322) * 10^{14}, \text{ Дж.} \quad (11)$$

Можно напомнить, что верхняя линия указывает на интервал сейсмической энергии ожидаемого землетрясения по вертикали от последнего момента, а нижняя линия — на возможную продолжительность периода затишья от последнего момента по горизонтали. Так, из (10)

следует, что вероятная сейсмическая энергия землетрясения в начале апреля 2013 г. может принять значение около $6,5 \cdot 10^{13}$ Дж.

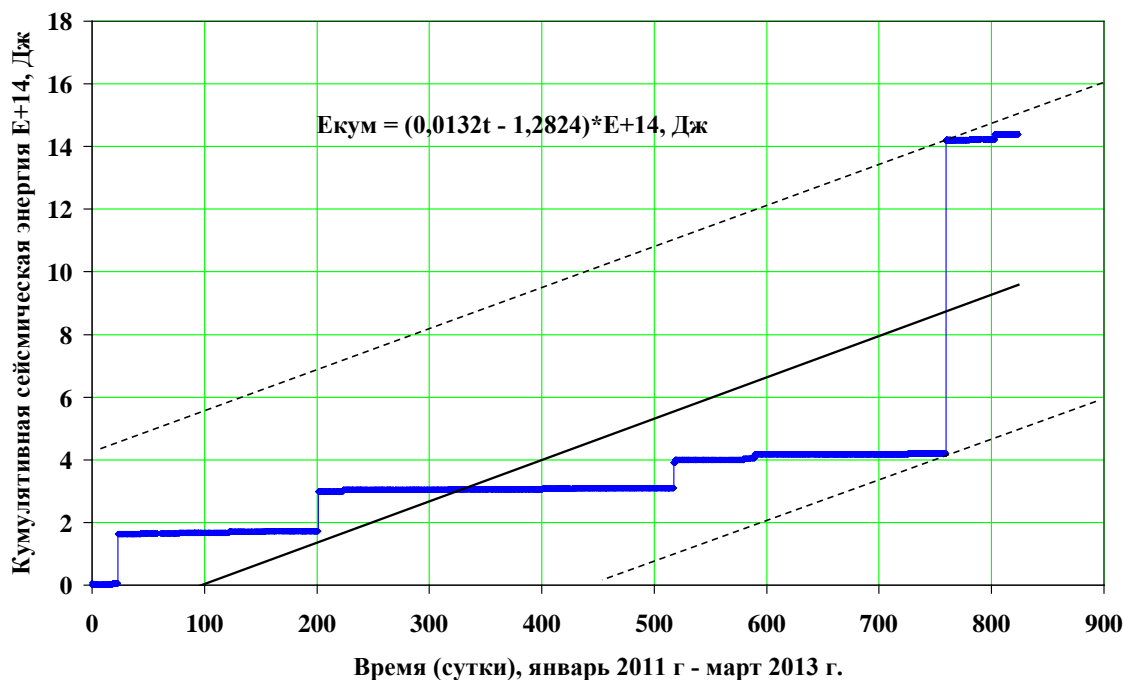


Рис.5. Кумулятивная сейсмическая энергия, высвобожденная при землетрясениях с энергетическими классами $K \geq 7$ на территории Кыргызстана и прилегающих районов соседних стран Средней Азии (в квадрате $\varphi = 39^\circ\text{-}44^\circ$ с.ш., $\lambda = 69^\circ\text{-}81^\circ$ в.д.) за январь 2012 г.- март 2013 г. по данным аналитического каталога ИС НАН КР.

В таблице 1 приведены время проявления землетрясений с $K \geq 11$ в пределах территории Кыргызстана в течение периода январь 2011 г. – март 2013 г.. При этом выделяются своеобразные деформационные волны – векторы сейсмической активизации. Эти векторы располагаются как вдоль активных зон, так и поперек активных зон (рисунок 6). Так, восточнее Кыргызстана на территории Казахстана проявилось в 2 часа 01 мая 2011 г. (№8, 121,84 суток) землетрясение с $K=12,6$ в Капчыгайской активной зоне, в 21 часов 30 мая 2012 г. (№21, 517,633 суток) произошло землетрясение с $K=13,9$ в Заилийской активной зоне. За ним последовало землетрясение в 16 часов 28 января 2013 г. (№33, 759,693 суток) с $K=15,0$ в Восточно-Терской активной зоне. Вектор активизации был направлен на юго-восток. Промежуток времени между последними событиями - период деформационной волны составлял около 242 суток. Расстояние между их эпицентрами - длина деформационной волны составляла 130-135 км. Соответственно, скорость распространения этой волны имела значения 0,12-0,14 км/сутки. В связи с этим можно отметить, что ожидаемое землетрясение, вероятно, будет в пределах Кокшаальской активной зоны. Вместе с тем отмечался вектор активизации, направленный вдоль Восточно-Терской зоны с запада на восток. Так, перед Каркыра-Сарыджазским землетрясением (№33) было в 5 часов 12 сентября 2011 г. землетрясение с $K=11,6$ (№9, 154,06 суток). Выделяется вектор активизации, направленный с севера на юг вблизи г. Бишкек. А именно, в 9 часов 18 марта 2011 г. было землетрясение с $K=11,3$ (№6, 78,27 суток) в Киндиктаской активной зоне. В 12 часов 9 апреля 2011 г. произошло землетрясение с $K=11,6$ (№7, 100 суток) в Джумгалтооской активной зоне. Далее в 7 часов 5 февраля 2012 г. произошло землетрясение с $K=12,3$ (№16, 400,73 суток) в Молдотооской активной зоне. Промежуток времени между последними событиями составлял около 300 суток. Эпицентры их располагались на расстоянии около 70 км. При этом скорость распространения деформационной волны достигала около 0,23 км/сутки.

Таблица 1. Время проявления землетрясений с $K \geq 11$ в пределах территории Кыргызстана (в квадрате $\varphi = 39^\circ - 44^\circ$ с.ш., $\lambda = 69^\circ - 81^\circ$ в.д.) за январь 2011 г. - март 2013 г.

№	Время, сутки	Широта, градусы	Долгота, градусы	Энерг. класс (К)	№	Время, сутки	Широта, градусы	Долгота, градусы	Энерг. класс (К)
1	0,081	39,167	75,233	12,3	19	474,924	39,967	77,1	11,5
2	18,158	39,033	72,033	12,5	20	474,925	39,95	77,25	11,2
3	23,115	38,633	72,8	14,2	21	517,633	43,45	78,767	13,9
4	43,236	39,617	73,75	12	22	518,702	39,833	75,167	13
5	77,521	40,383	79,283	12	23	579,463	39,567	75,5	12,6
6	78,272	43	74,917	11,3	24	585,457	39,033	77,467	11,6
7	99,829	42,067	74,817	11,6	25	589,451	39,917	78,667	13,1
8	121,849	43,65	77,65	12,6	26	619,073	39,35	74,05	11,3
9	154,059	42,367	78,417	11,6	27	620,731	41,8	72,133	11,5
10	172,796	39,167	72,333	11,9	28	629,911	40,6	77,233	11,3
11	201,432	40,12	71,45	14,1	29	653,612	40,85	74,117	11,1
12	223,473	39,6	77,35	12,7	30	697,589	41,767	77,767	11,2
13	232,282	42,2	71,467	11,1	31	716,233	40,033	77,85	11,6
14	251,312	39,05	70,583	12	32	757,653	39,883	77,25	11,5
15	358,185	41,617	73,167	11,2	33	759,693	42,6	79,65	15
16	400,735	41,55	74,767	12,3	34	779,978	40,017	77,567	12,1
17	415,535	41,45	73,083	11,4	35	780,328	40,117	77,6	12
18	428,441	39,683	74,267	12,2	36	802,998	40,183	77,3	13,2

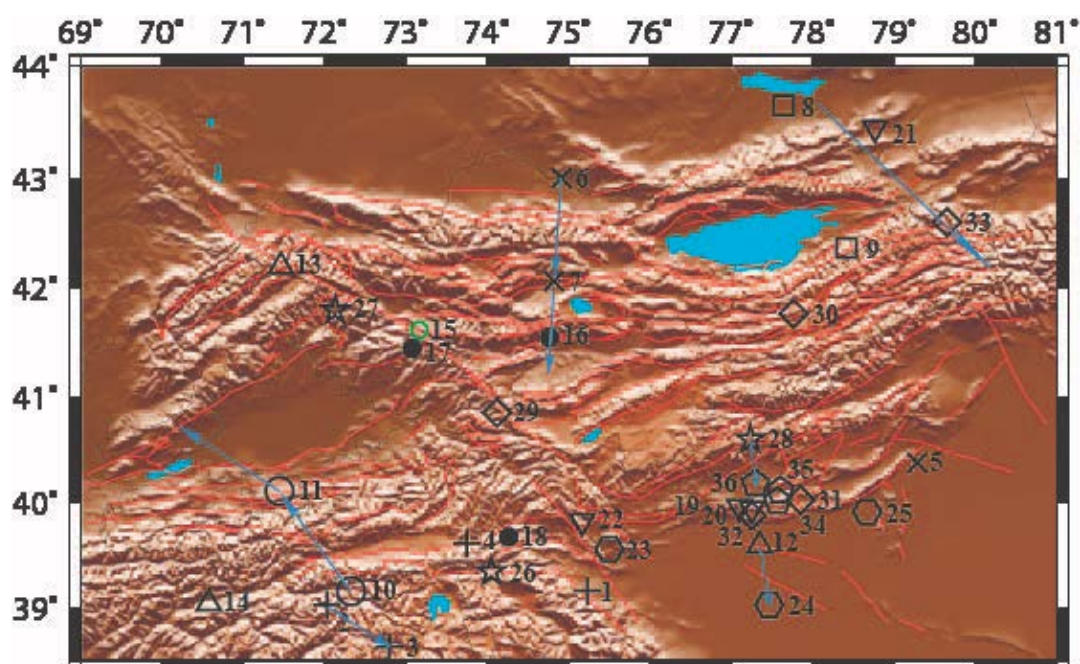


Рис. 6. Распределение времени проявления землетрясений с $K \geq 11$ в пределах территории Кыргызстана в течение периода январь 2011 г. – март 2013 г.

Время проявления землетрясений обозначены: знак плюс-0-50 суток, крестик – 70-10 суток, квадрат-120-155 суток, круг- 170-205 суток, треугольник - 220-255 суток, октагон зеленого цвета -355-400 суток, круг залитый – 400-430 суток, треугольник перевернутый -470-520 суток, гексагон -570-590 суток, звездочка -619-653 суток, ромб - 697-765 суток, пентагон

-779-806 сутки. Вектор активизации выделен стрелкой синего цвета. Активные разломы показаны линией красного цвета.

Соответственно, если вектор активизации будет распространяться дальше в южном направлении на расстояние около 60-70 км к Джамандаванской и Атбашинской активным зонам, то для этого вектора потребуется время порядка 261-304 суток.

Сравнительно большая концентрация землетрясений с $K \geq 11$ наблюдается в зоне Таласо-Ферганского разлома северо-западного (юго-восточного) простирания. Векторы активизации данной зоны меняют свои направления. Так, в 5 часов 20 августа 2011 г. (№13, 232,28 сутки) произошло землетрясение с $K=11,1$ в северо-западной части зоны на сочленении с Сандаляшской зоной. После наблюдались землетрясения в 9 часов 24 декабря 2011 г. (№15, 358 сутки) с $K=11,2$ в Карасуйском сегменте зоны, в 2 часа 20 февраля 2012 г. (№17, 415,53 сутки) с $K=11,4$ на сочленении с Северо-Караункурской активной зоной. Соответственно, вектор активизации был направлен в юго-восточном направлении. В 12 часов 01 июля 2012 г. (№22, 518,70 сутки) произошло землетрясение с $K=13,0$ на сочленении Таласо-Ферганской и Кокшаальской зон. Юго-восточнее от него в 9 часов 01 августа 2012 г. (№23, 579,46 сутки) отмечалось землетрясение с $K=12,6$, т.е. вектор активизации продолжал юго-восточное направление. После него в 5 часов 12 сентября 2011 г. (№27, 620,73) произошло землетрясение с $K=11,5$ на сочленении с Атойнокской активной зоной, т.е. между землетрясениями №13 и №17. В 16 часов 14 октября 2012 г. (№29, 653,61 сутки) отмечено землетрясение с $K=11,1$ в Пычанском сегменте Таласо-Ферганской зоны и вектор активизации снова направлен на юго-восток.

Особо выделяется вектор активизации, направленный поперек активных структур в северо-западном направлении от Северного Памира, через Южно-Ферганскую зону в сторону Курама-Ангренской активной зоны, субпараллельно Таласо-Ферганской зоне. А именно, в 14 часов 21 июня 2011 г. (№10, 172,79 сутки) произошло землетрясение с $K=11,9$ в западной части Северо-Памирской активной зоны, восточнее землетрясения №2 (см. рисунок б). В 19 часов 19 июля 2011 г. проявилось Канское землетрясение (№11, 201,43 сутки) с $K=14,1$ в Южно-Ферганской активной зоне. Промежуток времени между этими событиями составлял 29 суток. Расстояние между эпицентрами - длина деформационной волны достигла 145-150 км. Скорость распространения этой волны достигала относительно большого значения 5,2 км/сутки. Гребень волны, вероятно, проявится севернее от Ангренской активной зоны. В Северо-Памирской активной зоне отмечается также вектор активизации, направленный на юго-восток. А именно, в 3 часа 19 января 2011 г. (№2, 18,16 суток) было землетрясение с $K=12,5$. Юго-восточнее от него (в долине р. Танымас) в 2 часа 24 января 2011 г. произошло землетрясение (№3, 23,11 сутки) с $K=14,2$.

В восточной части Северо-Памирской активной зоны вектор активизации направлен от области землетрясения Нура (2008) на восток. Так, в 19 часов 13 февраля 2011 г. (№4, 43,24 сутки) было землетрясение с $K=12,0$. Восточнее от него в 13 часов 2 марта 2012 г. (№18, 428,44 суток) отмечено землетрясение с $K=12,2$. Вместе с тем также выделяется вектор активизации, направленный на запад. А именно, в 01 час 01 января 2011 г. (№1) было землетрясение с $K=12,3$ в активной зоне Кингтоо. В 14 часов 10 сентября 2012 г. (№26, 619,07 суток) проявилось землетрясение с $K=11,3$ в области Маркансуйского землетрясения (1974). Эти данные позволяют отметить, что ожидаемое землетрясение, вероятно, может быть западнее землетрясения №26.

В северной части Тарима отмечается вектор активизации вдоль активных зон Кельпинтагской и Озыртартооской, направленный на запад, и вектор активизации Майдантаг-Яркендский, расположенный поперек активных структур. На сочленении этих векторов формировался рой землетрясений с $K=12,0-13,2$.

В Кельпинтагской активной зоне землетрясения проявились в 15 часов 17 марта 2011 г. (№5, 77,52 суток) с $K=12$, в 9 часов 11 августа 2012 г. (№25, 589,45 суток) с $K=13,1$. Промежуток времени между этими землетрясениями составлял 512 суток. Расстояние между

эпицентрами данных событий достигало порядка 60 км. Скорость распространения вектора активизации составляла 0,12 км/сутки.

Заключение

1. Разработана предварительная методика оценки средне- и краткосрочной сейсмической опасности для определенных регионов. При этом в качестве основных параметров являлись последовательность проявления землетрясений, характер высвобождения сейсмической энергии, проявление периодов активизации и затишья разного порядка и закономерности изменения (линейная, нелинейная) экстремумов периодов активизации.
2. В качестве учебного опыта оценена краткосрочная сейсмическая опасность территории Соединенных Штатов Америки. Период повышенной вероятности землетрясения - до начала июля 2013 г. Ожидаемое землетрясение может иметь магнитуду около $M=7,7$. В определении места проявления землетрясения имеется большая неопределенность.
3. Результаты изучения среднесрочной сейсмической опасности территории Кыргызстана и прилегающих районов соседних стран показали, что ожидаемое землетрясение может иметь энергетический класс $K=15-16$. Период повышенной вероятности - по сентябрь 2013 г. Время и сила землетрясения будут локализованы с наступлением относительно короткопериодной активизации. Место ожидаемого землетрясения определяется с большой неопределенностью. Оно может находиться в пределах проявления более шести векторов сейсмической активизации, расположенных в разных частях рассматриваемого региона.

Литература

1. Абдрахматов К.Е., Омуралиев М., Омуралиева А., Молдобекова С. Возможность предупреждения сейсмических чрезвычайных ситуаций на примере Каннского землетрясения 2011г Баткенской области Кыргызстана. //Известия НАН КР, 2012.-№4.- С.80-82
2. Омуралиев М., Омуралиева А., Ачакеев Э.А. Масштабный закон периодичности проявления и повторяемости землетрясений. Кыргызпатент, Авторское свидетельство №2037.
3. Омуралиев М., Омуралиева А. Последовательность исторических землетрясений на территории США и периоды сейсмической активизации и затишья. //Известия Вузов, 2012. - №3. - С.61-67.
4. Омуралиев М., Омуралиева А., Ачакеев Э.А. Последовательность проявления исторических землетрясений Средней Азии. //Известия Вузов, 2012. - №3. - С.49-57.
5. Омуралиев М., Омуралиева А., Ачакеев Э.А. Последовательность землетрясений и динамика сейсмогенных разрывов Кыргызской части Тянь-Шаня и прилегающих районов Тарима, Памира и Казахстанского щита. //Наука и новые технологии, 2012. - №4. - С.69-74.
6. Омуралиев М., Омуралиева А., Ачакеев Э.А. Динамика сейсмичности и сейсмогенных разрывов Западного и Центрального блоков Тянь-Шаня. //Наука и новые технологии, 2012. - №4. - С.56-63.
7. U.S. Geological Survey (USGS < [http:// usges.gov/earthquakes/recenteqsus](http://usges.gov/earthquakes/recenteqsus)>)
8. Касахара К. Механика землетрясений. - М.: Мир, 1985. - 264 С.
9. Gutenberg B. & Richter C.F. Earthquake magnitude, intensity, energy and acceleration. //Bull. Seismol. Soc. Am., 1956(a). -№46. – P.105-145.