

жер сілкінісі сенсоры бар дабыл жүйесі деп аталатын қарапайым және тиімді жүйені ұсынамыз. Бұл жүйені қысқа мерзімде аз шығындармен аймақтық жер сілкінісі дабылы жүйесі ретінде құруға болады. Оны эвакуациялық жаттығулар үшін қолдануға болатындықтан, апаттарға қабілеттілікті арттыру пайдалы.

Түйін сөздер: жер сілкінісі сенсоры бар дабыл жүйесі, жер сілкінісі, эвакуациялық жаттығулар, жер сілкінісін бақылау, жер сілкінісі теориясы, жер сілкінісі қаупі, EEW

Kazuo Sasaki, Yari Irei

ПЕРЕДОВАЯ СИСТЕМА РАННЕГО ОПОВЕЩЕНИЯ О ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯХ ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ

Аннотация: Многие страны строят общенациональную сеть наблюдений с большим количеством датчиков. На ее строительство требуется много денег и много времени. Таким образом, непросто завершить сеть наблюдения и подать сигнал тревоги. Чтобы быстро спасти людей от разрушений от землетрясения, мы предлагаем более простую и эффективную систему, называемую системой оповещения сейсмическим датчиком, использующий EQG-III. Эта система может быть сконструирована как региональная система оповещения о землетрясениях за короткое время с низкими затратами. Поскольку ее можно использовать для учений по эвакуации, она полезна для повышения устойчивости к стихийным бедствиям.

Ключевые слова: система оповещения сейсмическим датчиком, землетрясение, учения по эвакуации, наблюдения за землетрясениями, теория землетрясений, опасность землетрясений, СРО.

УДК 550.34

Копничев Ю.Ф.¹, Соколова И.Н.²

¹д.ф.м.н., профессор, гнс, Институт физики Земли РАН, Москва, Россия

²д.ф.м.н., внс, филиал “Институт геофизических исследований” НЯЦ РК,
Курчатов, Казахстан

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МЕСТ И МАГНИТУД СИЛЬНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ ПО КОЛЬЦЕВЫМ СТРУКТУРАМ СЕЙСМИЧНОСТИ

Аннотация. Кратко описана методика выделения кольцевых структур сейсмичности, формирующихся в литосфере перед сильными землетрясениями. Показано, что такая структура в районе Восточного Тянь-Шаня была выделена в статье, опубликованной в 2012 г. Через 4 года здесь произошло землетрясение с $M_w=6.0$. Две кольцевые структуры на глубинах 0-33 и 34-70 км проявились за год до сильнейшего Чигникского землетрясения 29.07.2021 г. в районе Аляски ($M_w=8.2$). Выделенная в районе Северного Тянь-Шаня кольцевая структура дает основание предполагать, что здесь может готовиться событие с $M_w\sim 7$.

Ключевые слова: кольцевые структуры сейсмичности, сильное землетрясение, прогноз землетрясений

За последние 10-15 лет накоплен большой объем данных, свидетельствующих о формировании кольцевых структур сейсмичности перед сильными землетрясениями в различных районах земного шара [1-7]. При этом параметры таких структур существенно зависят от магнитуд главных событий. Это позволяет использовать такие данные для прогнозирования мест, в которых могут готовиться сильные землетрясения, а также оценки их энергии. В настоящей работе описываются некоторые результаты таких исследований.

Данные. Рассматривались характеристики сейсмичности начиная с 1973 г. (из каталогов NEIC Геологической службы США).

Методика подробно описана в ряде работ [2,5-7]. Здесь мы кратко остановимся на основных ее элементах.

1. Для континентальных районов рассматриваются данные о сейсмичности в диапазоне глубин 0-33 км, а для зон субдукции, как правило, в двух диапазонах: 0-33 и 34-70 км.

2. Для каждого диапазона проводится перебор пороговых значений магнитуд (соответственно M_{p1} и M_{p2} для указанных диапазонов глубин). При этом выбираются наибольшие величины M_{p1} и M_{p2} , для которых четко проявляются кольцевые структуры.

3. Определяются длины больших осей кольцевых структур (соответственно L и l).

4. Предварительно находятся корреляционные зависимости величин M_{p1} , M_{p2} , L и l от магнитуд главных землетрясений M_w в рассматриваемом регионе. На основании указанных зависимостей находятся оценки среднего значения и стандартного отклонения величины M_w для прогнозируемого сильного землетрясения.

5. Необходимо не реже, чем раз в полгода контролировать сейсмичность, поскольку известны случаи резкого изменения параметров кольцевых структур за короткие отрезки времени.

Анализ данных и обсуждение. На рис.1а представлены элементы неглубокой сейсмичности в районе Восточного Тянь-Шаня (по данным до 01.10.2010 г. [1,4]). В данном случае выделяется субширотная кольцевая структура ($M_{p1}=4.0$, $L\sim 80$ км). Рядом со структурой находится эпицентр сильного землетрясения 08.12.2016 г. ($M_w=6.0$). Рис.1б иллюстрирует, как изменились характеристики сейсмичности перед этим событием. Видно, что выделяется кольцо сейсмичности с несколько меньшими величинами M_{p1} (3.9) и L (~ 75 км). Эпицентр землетрясения 08.12.2016 г. снова находится на небольшом расстоянии от кольцевой структуры. Таким образом, оправдался прогноз места события с $M_w=6.0$, который был сделан за 4 года до него.

На рис.2а показаны элементы неглубокой сейсмичности в районе Юго-Западной Аляски. К 22.10.2020 г., после сильного Симеоновского землетрясения 22.07.2020 г. ($M_w=7.8$, $h=28$ км) здесь сформировалась крупная кольцевая структура ($M_{p1}=5.0$, $L\sim 210$ км), вытянутая вдоль глубоководного желоба. Кроме того, к северу от нее образовалась также глубокая структура ($M_{p1}=4.9$, $l\sim 110$ км, см. рис.2б).

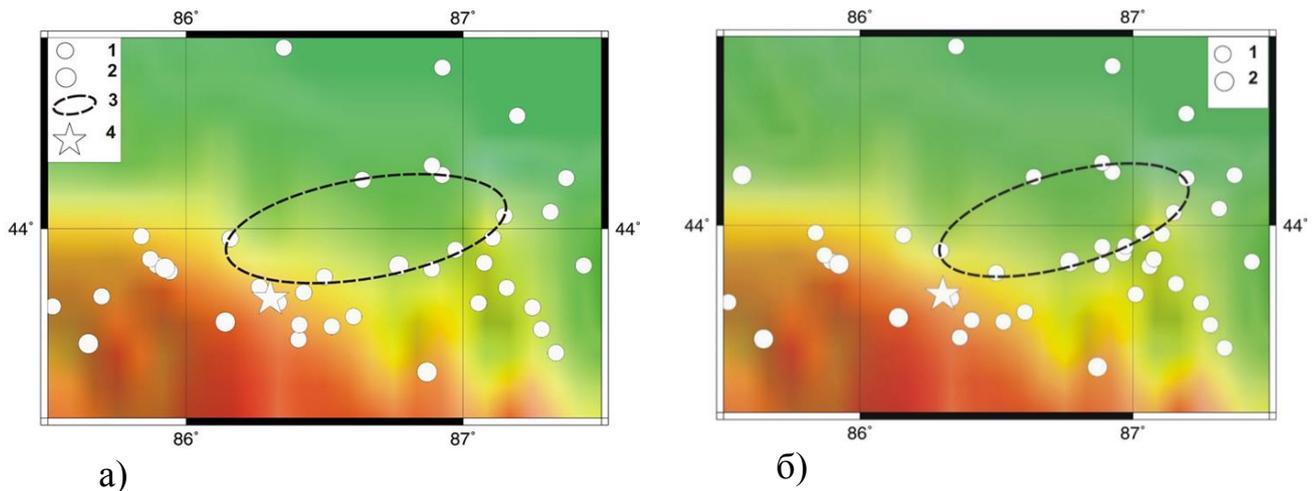


Рис.1. Кольцевые структуры сейсмичности в районе Восточного Тянь-Шаня: а) сформировавшаяся до 01.10.2010, 1 - $5.0 > M \geq 4.0$, 2 - $M \geq 5.0$. 3 – кольцевая структура, 4 – эпицентр землетрясения 08.12.2016 г. ($M_w=6.0$); б) сформировавшаяся до 07.12.2016.

По характеристикам этих структур в работе [6] был сделан прогноз места и магнитуды сильного землетрясения, которое могло готовиться в данной области. Указанная работа была принята к публикации до 29.07.2021, когда произошло сильнейшее Чигникское землетрясение, эпицентр которого располагался вблизи кольцевых структур ($M_w=8.2$, $h=35$ км). В работе [7] показано, что мелкая кольцевая структура, представленная на рис.2а, практически не изменилась до 29.07.2021 г. Аналогичный вывод сделан и относительно глубокой структуры [7]. По параметрам кольцевых структур и корреляционным зависимостям величин M_{p1} , M_{p2} , L и l от магнитуд главных событий для востока Тихого океана [5] была получена оценка магнитуды сильного землетрясения, которое могло готовиться в районе Юго-Западной Аляски после 22.10.2020 г. ($M_w=8.2 \pm 0.2$). Отсюда следует, что прогноз места и магнитуды Чигникского землетрясения, представленный в работе [6], также успешно оправдался.

Рис.3 иллюстрирует элементы неглубокой сейсмичности, проявившейся в районе Северного Тянь-Шаня до 01.01.2022 г. Здесь в 1973-2017 гг. проявилась довольно крупная кольцевая структура, вытянутая в запад-северо-западном направлении ($M_{p1}=4.4$, $L \sim 100$ км). Используя корреляционные зависимости параметров $M_{p1}(M_w)$ и $L(M_w)$, полученные для сильных внутриконтинентальных землетрясений с механизмами типа взброса и взбрососдвига [2], преобладающими в районе Северного Тянь-Шаня, мы получили оценку магнитуды события, которое может готовиться в области кольцевой структуры: $M_w=7.1 \pm 0.2$. Отметим, что в области, расположенной между 74.5 и 76.0° Е не было зарегистрировано столь сильных землетрясений, вероятно, начиная с XV-го века [8]. Полученные ранее данные свидетельствуют о том, что формирование кольцевых структур связано с миграцией глубинных флюидов [2,5].

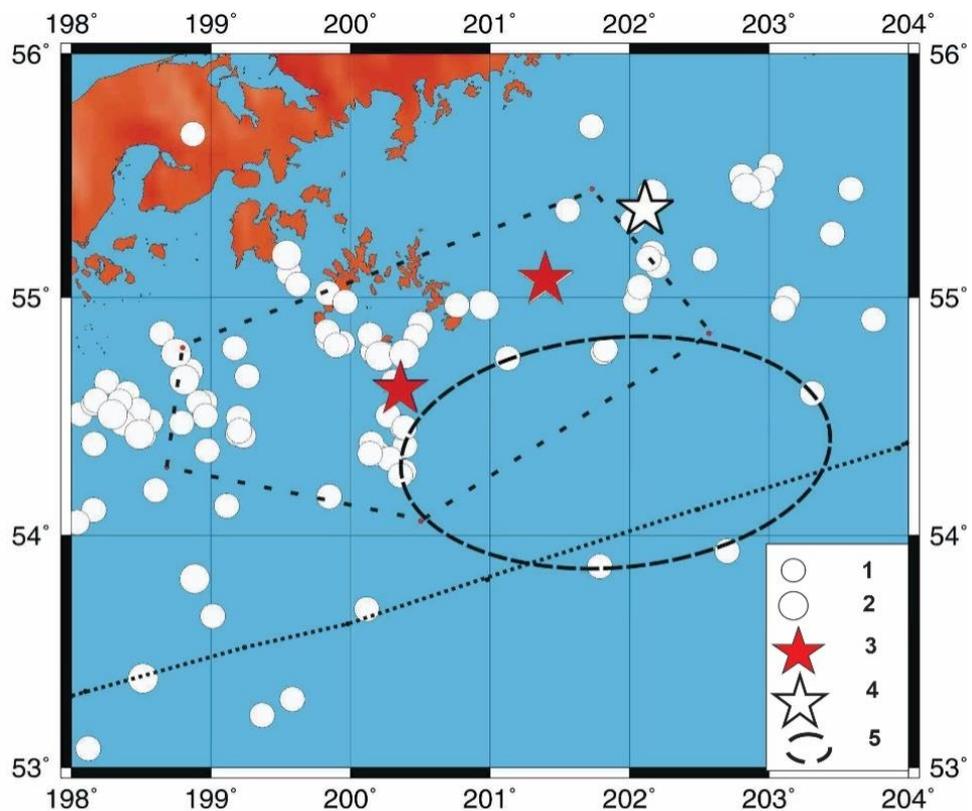


Рис.2а. Неглубокая кольцевая структура сейсмичности, сформировавшаяся перед Чигникским землетрясением 29.07.2021 г. 1 – $M=5.0-5.9$, 2 – $M=6.0-6.9$, 3 – $M=7.6-7.8$, 4 – $M=8.2$, 5 – мелкое кольцо.

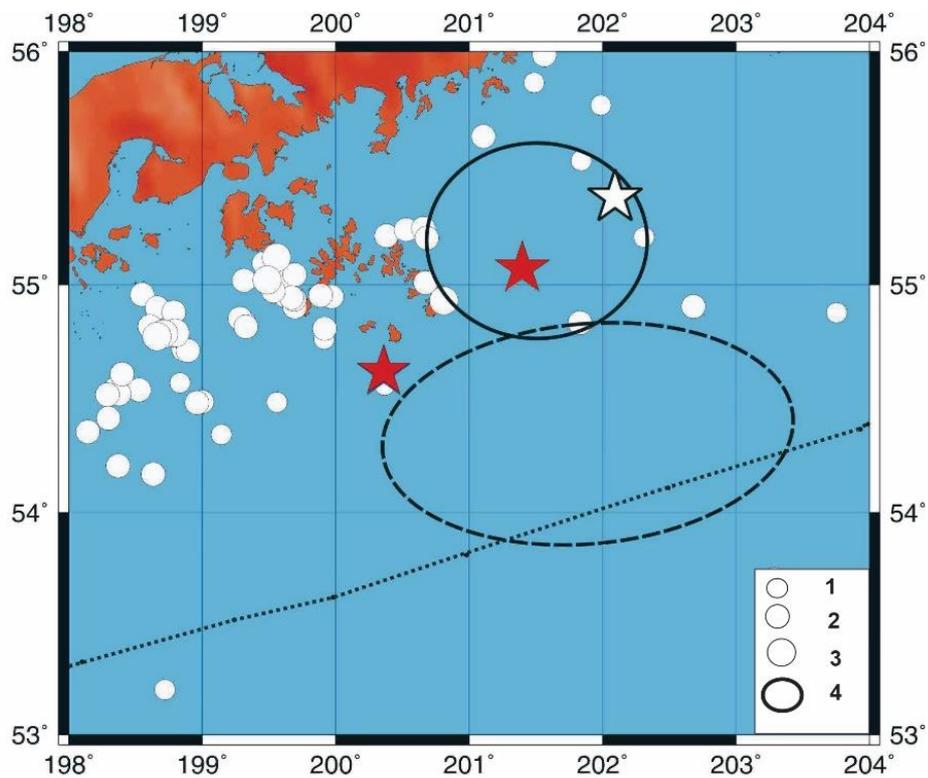


Рис.2б. Глубокая кольцевая структура сейсмичности, сформировавшаяся перед Чигникским землетрясением 29.07.2021 г. 1 – $M=4.9$, 2 – $M=5.0-5.9$, 3 – $M=6.0-6.9$, 4 – глубокое кольцо.

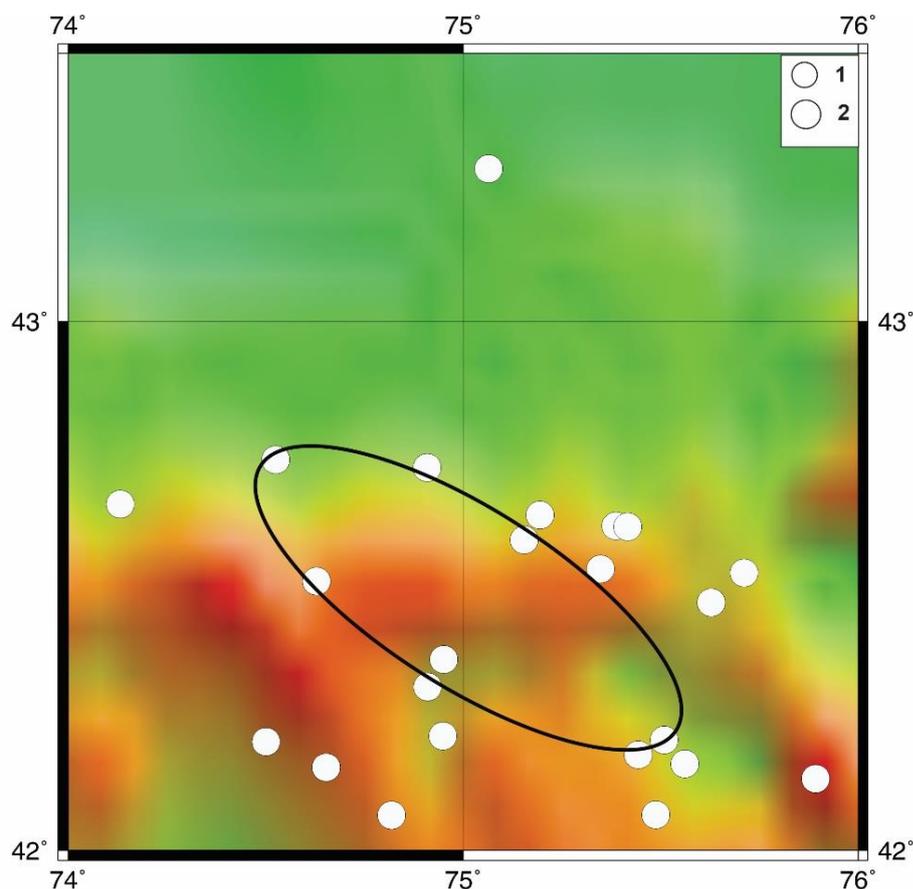


Рис.3. Кольцевая структура сейсмичности, сформировавшаяся в районе Северного Тянь-Шаня до 01.01.2022 г. 1 – $M=4.4-4.9$, 2 – $M=5.0-5.9$.

Заключение. Таким образом, приведены примеры, свидетельствующие о перспективности использования методик, связанных с анализом кольцевых структур сейсмичности, для прогнозирования мест и магнитуд сильных землетрясений в различных районах земного шара. Наибольший интерес представляет оправдавшийся прогноз места и магнитуды Чигникского землетрясения. Выделение кольцевой структуры в районе Северного Тянь-Шаня позволяет предполагать возможность подготовки здесь сильного землетрясения с $M_w \sim 7$ [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Копничев Ю.Ф., Соколова И.Н. Неоднородности поля поглощения поперечных волн в литосфере Восточного Тянь-Шаня и их связь с сейсмичностью// Докл. РАН. 2012. Т. 442. № 6. С.821-824.
2. Копничев Ю.Ф., Соколова И.Н. Кольцевые структуры сейсмичности, формирующиеся в континентальных районах перед сильными землетрясениями с различными механизмами очагов // Геофизические исследования. 2013. Т. 14, № 1. С. 5–15.
3. Копничев Ю.Ф., Соколова И.Н. Кольцевые структуры сейсмичности в районе Северного Чили и успешный прогноз места и магнитуды землетрясения Икике 01.04.2014 г. //Вестник НЯЦ РК. 2015. Вып. 4. С. 153-159.
4. Копничев Ю.Ф., Соколова И.Н. Анализ кольцевых структур сейсмичности в литосфере Восточного Тянь-Шаня: возможная подготовка сильных землетрясений// Вестник КазНИИСА. 2017. № 1. С.16-31.

5. Копничев Ю.Ф., Соколова И.Н. Кольцевые структуры сейсмичности, формирующиеся перед сильными и сильнейшими землетрясениями на западе и востоке Тихого океана// Геофизические процессы и биосфера. 2018. Т. 17. № 1. С.109-124.

6. Копничев Ю.Ф., Соколова И.Н. Кольцевые структуры сейсмичности, сформировавшиеся в районе Аляски: оправдавшийся прогноз места и магнитуды Симеоновского землетрясения 22 июля 2020 г. ($M_w=7.8$)// Российский сейсмологический журнал. 2021. Т. 3. № 3. С. 50-60.

7. Копничев Ю.Ф., Соколова И.Н. Кольцевые структуры сейсмичности в районе Юго-Западной Аляски: оправдавшийся прогноз места и магнитуды Чигникского землетрясения 29.07.2021 г. ($M_w=8.2$)// Геофизические процессы и биосфера. 2022. Т.21.№ 1.

8. Кондорская Н.В., Шебалин Н.В. (ред.). Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. М.: Наука. 1977. 536 с.

Копничев Ю.Ф.¹, Соколова И.Н.²

СЕЙСМИКАЛЫЛЫҚТЫҢ САҚИНАЛЫ ҚҰРЫЛЫМДАРЫ БОЙЫНША КҮШТІ ЖЕР СІЛКІНІСТЕРІНІҢ ОРЫНДАРЫН БОЛЖАУ ЖӘНЕ МАГНИТУДАСЫ

Андатпа: Күшті жер сілкіністеріне дейін литосферада пайда болатын сақиналы сейсмикалық құрылымдарды оқшаулау әдісі қысқаша сипатталған. Шығыс Тянь-Шань аймағындағы мұндай құрылым 2012 жылы жарияланған мақалада көрсетілген, 4 жылдан кейін мұнда $MW=6.0$ жер сілкінісі болды. 0-33 және 34-70 км тереңдіктегі екі сақина құрылымы Аляска аймағында 29.07.2021 жылғы ең күшті Чашник жер сілкінісінен бір жыл бұрын пайда болды ($MW=8.2$). Солтүстік Тянь-Шань аймағында бөлінген сақиналық құрылым мұнда $MW\sim 7$ оқиғасы дайындалуы мүмкін деп болжауға негіз береді.

Түйін сөздер: сейсмикалық сақиналық құрылымдар, күшті жер сілкінісі, жер сілкінісін болжау.

Kopnichev Yu.F., Sokolova I.N.

PREDICTION OF THE LOCATIONS AND MAGNITUDES OF STRONG EARTHQUAKES BY RING STRUCTURES OF SEISMICITY

Abstract: A technique for identifying ring structures of seismicity that form in the lithosphere before strong earthquakes is briefly described. It is shown that such a structure in the Eastern Tien Shan region was identified in an article published in 2012. Four years later, an earthquake with $M_w=6.0$ occurred there. Two ring structures at depths of 0-33 and 34-70 km appeared a year before the strongest Chignik earthquake on July 29, 2021 in the Alaska region ($M_w=8.2$). The ring structure identified in the Northern Tien Shan gives grounds to assume that an event with $M_w\sim 7$ can be prepared in this place.

Key words: ring structures of seismicity, strong earthquake, earthquake forecasting.

УДК: 550.341

**Шайторов В.Н.¹, Жолдыбаев А.К.¹, Кушербаева Н.Н.¹, Шульга М.В.¹,
Ахметов Е.М.², Асемов К.М.²**

¹филиал «Институт геофизических исследований» РГП НЯЦ РК,

²РГП «Национальный центр по комплексной переработке
минерального сырья РК»