

УДК 550.34

## О СВЯЗИ СИЛЬНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ В РАЙОНАХ МАКРАНА И ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ: ВОЗМОЖНАЯ ПОДГОТОВКА СИЛЬНЫХ СЕЙСМИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ В РАЙОНЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ

<sup>1)</sup> Копничев Ю.Ф., <sup>2)</sup> Соколова И.Н.

<sup>1)</sup> *Институт физики Земли РАН, г. Москва, Россия*

<sup>2)</sup> *Институт геофизических исследований, г. Курчатов, Казахстан*

Рассмотрены некоторые характеристики сейсмичности в регионе Центральной и Южной Азии. Показано, что после сильнейшего Макранского землетрясения 1945 г. ( $M_w=8.1$ ) в течение 11 лет резко активизировалась сейсмичность в районах Гиндукуша и Центрального Тянь-Шаня, где произошло 4 землетрясения с  $M_w=7.1 - 7.6$ . В 2013 г. произошли два очень сильных землетрясения в области Макрана ( $M_w=7.7$ ). По аналогии с серединой XX-го века после них можно предполагать существенное увеличение сейсмичности в районе Центрального Тянь-Шаня, где не было сильных землетрясений с  $M_w \geq 7.0$  после 1992 г. Установлено, что после Макранского землетрясения 24.09.2013 г., очаг которого находился на южном окончании Чаманского сдвига, в течение одного года проявились две полосы сейсмичности (события с  $M \geq 4.8$ ), одна из которых имеет субмеридиональное, а вторая – северо-северо-западное направление. Здесь после 24.09.2013 г. произошло несколько землетрясений в слабосейсмичных зонах. Кроме того, эти полосы пересекаются в области Центрального Казахстана, где 21.06.2014 г. произошло единственное более чем за 200 лет землетрясение с  $M > \sim 4.0$ . Полученные данные свидетельствуют о росте субгоризонтальных напряжений в рассматриваемом регионе, что должно привести к ускорению возможной подготовки серии сильных землетрясений, в первую очередь, в области Центрального Тянь-Шаня, между  $70$  и  $76^\circ$  Е.

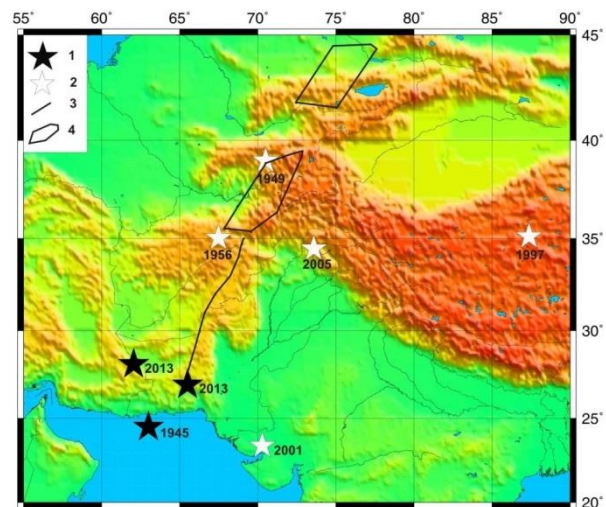
### ВВЕДЕНИЕ

Разными авторами продемонстрировано существование связи между характеристиками сейсмичности в некоторых районах, расположенных на значительных расстояниях друг от друга. Так, в [1] показано, что количество событий с  $M \geq 7.0$  во всем регионе Азии резко уменьшилось после Великого Ассамского землетрясения 1950 г. ( $M_w=8.6$ ). Установлено, что после сильнейших глубокофокусных гиндукушских землетрясений в течение 4.5 месяцев нередко происходят сильные коровые события с  $M \geq 7.0$  в регионе Центральной и Южной Азии [2]. Кроме того, после пар сейсмических событий, состоящих из сильного глубокофокусного гиндукушского и сильнейшего землетрясения в районе Алтая, обычно в течение 1.5 лет регистрируется землетрясение умеренной силы ( $M \geq 6.0$ ) в районе Северного Тянь-Шаня [3]. Ниже рассматривается возможная связь между сильнейшими землетрясениями в области Макрана (Южный Иран и Южный Пакистан) и сильными событиями в районе Центральной Азии. Это представляет особый интерес в связи с тем, что в 2013 г. в области Макрана произошли два очень сильных землетрясения с  $M_w=7.7$ .

### КРАТКАЯ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ

Рассматривались характеристики сейсмичности в большом регионе Центральной и Южной Азии, ограниченном координатами  $20^\circ - 50^\circ$  N,  $55^\circ - 90^\circ$  E. Тектоника и сейсмичность данного региона определяется, главным образом, движением Индийской плиты на север, а также субдукцией плиты Аравий-

ского моря под Южную Азию [5]. Западной границей Индийской плиты служит крупнейший левосторонний Чаманский сдвиг (рисунок 1).



Эпицентры сильнейших землетрясений (начиная с 1940 г.):  
1 –  $M_w=7.7 \div 8.1$ ; 2 –  $M_w=7.5 \div 7.6$  (указаны годы этих событий);  
3 – Чаманский сдвиг (здесь и на рисунке 3-а); 4 – зона сильного поглощения поперечных волн

Рисунок 1. Район исследований

В результате столкновения Индийской и Евразийской плит сформировались грандиозные горные системы Центральной и Южной Азии: Памиро-Гиндукуш, Тянь-Шань, Кунь-Лунь, Каракорум, Гималаи, а также крупнейшее на планете поднятие Тибета. Регион характеризуется очень высокой сейсмичностью. Начиная с 1945 г. здесь произошло 7 сильных неглубоких землетрясений с  $M_w \geq 7.5$  и одно от-

носителем глубоко (Макранское 16.04.2013 г.,  $M_w=7.7$ ,  $h=82$  км (таблица 1, рисунок 1). При этом сильнейшим из них было Макранское землетрясение 27.11.1945 г. ( $M_w=8.1$ ) [5, 6]. Это событие имело механизм типа надвига, типичный для зон субдукции.

*Таблица 1. Регион Центральной и Южной Азии. Сильнейшие землетрясения, начиная с 1940 г.*

| Дата       | Широта, с.ш. | Долгота, в.д. | h, км | $M_w$ |
|------------|--------------|---------------|-------|-------|
| 27.11.1945 | 24.50        | 63.00         | 15    | 8.1   |
| 10.07.1949 | 39.00        | 70.50         | 16    | 7.6   |
| 09.06.1956 | 35.03        | 67.48         | 35    | 7.6   |
| 08.11.1997 | 35.11        | 87.37         | 24    | 7.5   |
| 26.01.2001 | 23.40        | 70.28         | 16    | 7.6   |
| 08.10.2005 | 34.46        | 73.58         | 19    | 7.6   |
| 16.04.2013 | 28.11        | 62.05         | 82    | 7.7   |
| 24.09.2013 | 26.95        | 65.50         | 15    | 7.7   |

Большинство сильнейших землетрясений, в том числе Хаитское 1949 г. ( $M_w=7.6$ ), Бхуджское 2001 г. ( $M_w=7.6$ ) и Кашмирское 2005 г. ( $M_w=7.6$ ) имели механизмы типа взброса или взбросо-сдвига. На этом фоне выделяются Макранские землетрясения 16.04.2013 г. ( $M_w=7.7$ ,  $h=82$  км) и 24.09.2013 г. ( $M_w=7.7$ ). Первое из них имело механизм очага типа сброса, а второе – левостороннего сдвига. Характерно, что событие 24.09.2013 г. произошло на южном окончании Чаманского сдвига (рисунок 1).

В [7, 8] выделены области высокого поглощения поперечных волн в районах Гиндукуша, Памира и Центрального Тянь-Шаня. Эти области связаны с присутствием заметной доли флюидов в литосфере. Из рисунка 1 следует, что указанные области формируют полосы северо-восточного простирания, находящиеся на продолжении Чаманского сдвига.

### МАТЕРИАЛЫ

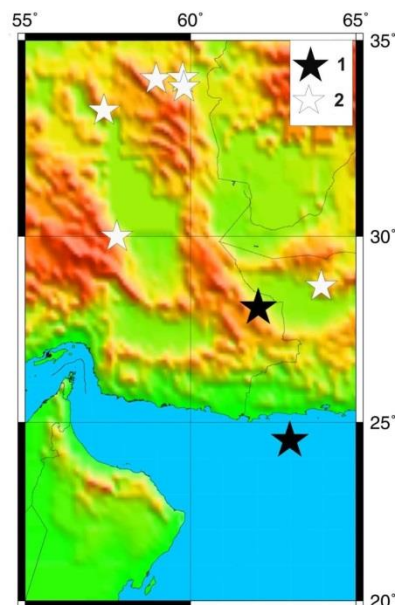
Проведен анализ данных о сейсмичности из каталогов [9, 10], а также каталогов NEIC (Геологическая служба США) начиная с 1940 г. Мы рассматривали характеристики сильных землетрясений ( $M_w \geq 7.0$ ) с глубинами очагов менее 90 км в районе Центральной и Южной Азии, ограниченном координатами  $20^\circ - 45^\circ N$ ,  $55^\circ - 85^\circ E$ . Кроме того, анализировались данные о более слабых событиях ( $M=4.8 - 6.9$ ,  $h=0-33$  км), произошедших в районе Центральной и Южной Азии в 1973-2014 гг.

### АНАЛИЗ ДАННЫХ

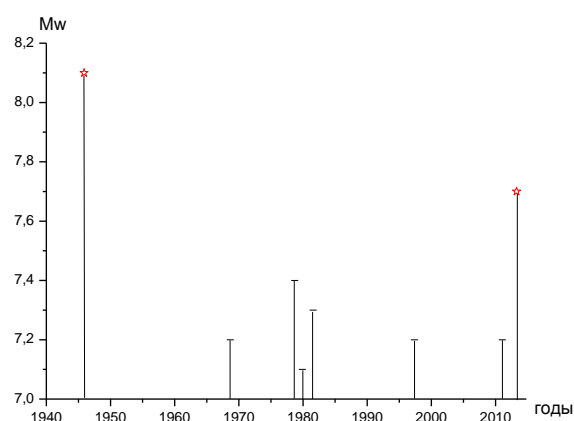
**Сильные землетрясения.** Для анализа данные о сильных землетрясениях, произошедших в рассматриваемом регионе, были разбиты на четыре группы, соответствующие областям, ограниченными координатами: 1)  $20^\circ - 35^\circ N$ ,  $55^\circ - 65^\circ E$ ; 2)  $20^\circ - 35^\circ N$ ,  $65^\circ - 75^\circ E$ ; 3)  $35^\circ - 45^\circ N$ ,  $65^\circ - 75^\circ E$  и 4)  $35^\circ - 45^\circ N$ ,  $75^\circ - 85^\circ E$ . Во вторую группу попали землетрясения, произошедшие в зоне Чаманского сдвига и к востоку от него, в районе Индийской плиты, а в третью – собы-

тия в районах Памиро-Гиндукуша и Центрального Тянь-Шаня. На рисунках 2 - 5 показаны эпицентры землетрясений и зависимость их магнитуд от времени в четырех рассматриваемых областях.

Из рисунков 2-а, б и таблицы 2 следует, что в первой области произошло два сильнейших Макранских землетрясения: 27.11.1945 г. ( $M_w=8.1$ ) и 16.04.2013 г. ( $M_w=7.7$ ). После события 1945 г. до 1968 г. здесь не было землетрясений с  $M_w \geq 7.0$ . С 1968 по 1997 гг. произошла серия событий с  $M_w=7.1 - 7.4$  в сравнительно небольшой области Ирана, ограниченной координатами  $29.5^\circ - 34.5^\circ N$ ,  $57^\circ - 60^\circ E$ . И наконец, в 2011 и 2013 гг. здесь произошли два глубоких землетрясения на сравнительно небольших удалениях от Чаманского сдвига.



Макранские землетрясения: 1 -  $M_w=7.7 \div 8.1$ , 2 -  $M_w=7.1 \div 7.4$   
а – эпицентры сильных землетрясений



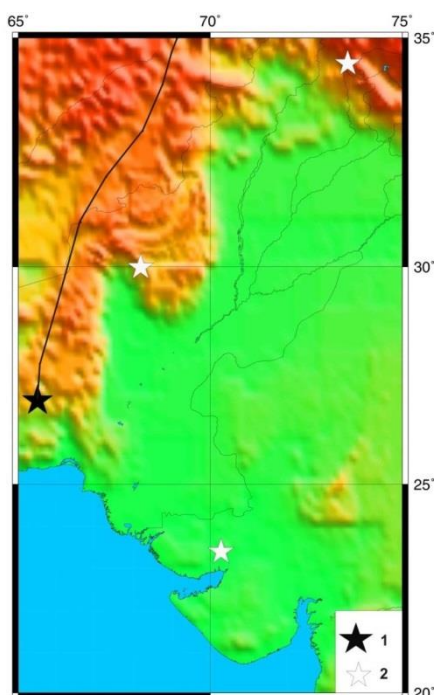
\* – Макранские землетрясения 1945 и 2013 гг., (здесь и ниже)  
б – зависимость магнитуды землетрясений от времени

*Рисунок 2. Первая область ( $20^\circ - 35^\circ N$ ,  $55^\circ - 65^\circ E$ ). Эпицентры сильных землетрясений и зависимость их магнитуд от времени*

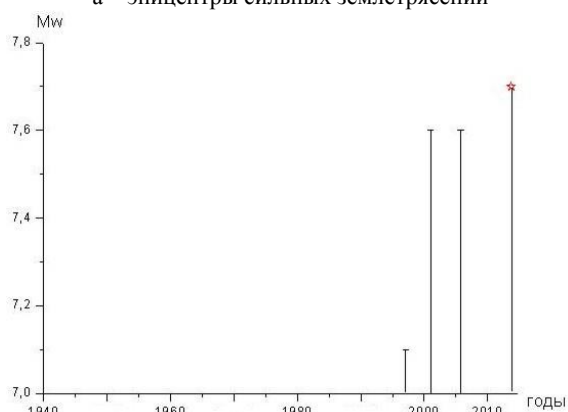
**О СВЯЗИ СИЛЬНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ В РАЙОНАХ МАКРАНА И ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ: ВОЗМОЖНАЯ ПОДГОТОВКА СИЛЬНЫХ СЕЙСМИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ В РАЙОНЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ**

Таблица 2. Первая область (20°- 35°N, 55°- 65°E).  
Сильные землетрясения

| Дата       | Широта, с.ш. | Долгота, в.д. | h, км | Mw  |
|------------|--------------|---------------|-------|-----|
| 27.11.1945 | 24.50        | 63.00         | 15    | 8.1 |
| 31.08.1968 | 34.04        | 58.96         | 12    | 7.2 |
| 16.09.1978 | 33.24        | 57.38         | 3     | 7.4 |
| 27.11.1979 | 34.06        | 59.76         | 7     | 7.1 |
| 28.07.1981 | 29.99        | 57.77         | 14    | 7.3 |
| 10.05.1997 | 33.83        | 59.80         | 12    | 7.2 |
| 19.01.2011 | 28.68        | 63.95         | 68    | 7.2 |
| 16.04.2013 | 28.11        | 62.05         | 82    | 7.7 |



Макранские землетрясения: 1 – 2013 г. (Mw=7.7), 2 – Mw=7.1÷7.6.  
а – эпицентры сильных землетрясений



б – зависимость магнитуды землетрясений от времени

Рисунок 3. Вторая область (20°- 35°N, 65°- 75°E).  
Эпицентры сильных землетрясений и зависимость их магнитуд от времени

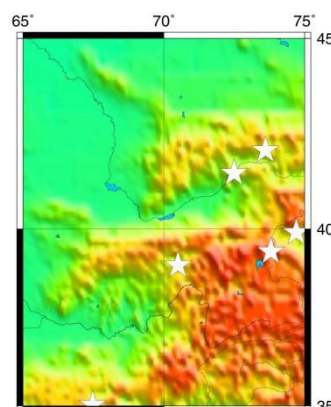
Во второй области все четыре землетрясения с Mw>7.0 зарегистрированы начиная с 1997, в том числе Бхуджское 2001 г. (Mw=7.6) и Кашмирское 2005

г. (Mw=7.6) – рисунки 3-а, б; таблица 3). Три из четырех событий произошли в районе Индийской плиты, на значительном удалении от Чаманского сдвига. В то же время очаг Макранского землетрясения 24.09.2013 г. (Mw=7.7) приурочен непосредственно к Чаманскому сдвигу и его продолжению на юге.

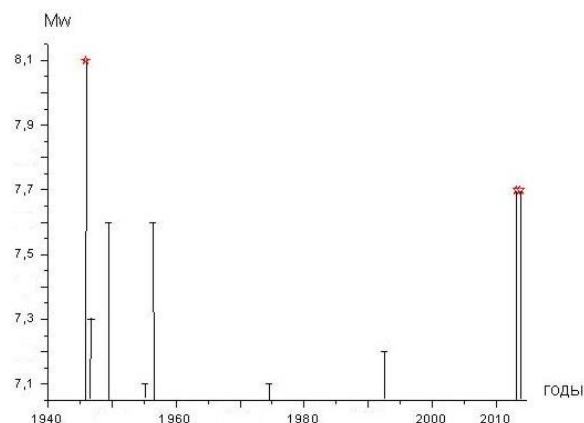
Таблица 3. Вторая область (20°- 35°N, 65°- 75°E).  
Сильные землетрясения

| Дата       | Широта, с.ш. | Долгота, в.д. | h, км | Mw  |
|------------|--------------|---------------|-------|-----|
| 27.02.1997 | 29.99        | 68.19         | 24    | 7.1 |
| 26.01.2001 | 23.40        | 70.28         | 16    | 7.6 |
| 08.10.2005 | 34.46        | 73.58         | 19    | 7.6 |
| 24.09.2013 | 26.95        | 65.50         | 15    | 7.7 |

В третью область попали шесть эпицентров сильных землетрясений (рисунки 4-а, б, таблица 4). Важно отметить, что четыре из них, в том числе два с Mw=7.6, близки по времени к Макранскому землетрясению 1945 г. (они зарегистрированы в 1946 - 1956 гг.), и только два произошли значительно позже – в 1974 г. (Маркансуйское) и 1992 г. (Сусамырское). Интересно, что четыре очага тяготеют к полосам высокого поглощения S-волн в литосфере Гиндукуша, Памира и Центрального Тянь-Шаня.



а – эпицентры сильных землетрясений



б – зависимость магнитуды землетрясений от времени

Рисунок 4. Третья область (35°- 45°N, 65°- 75°E).  
Эпицентры сильных землетрясений и зависимость их магнитуд от времени

Таблица 4. Третья область (35°- 45°N, 65°- 75°E).  
Сильные землетрясения

| Дата       | Широта, с.ш. | Долгота, в.д. | h, км | Mw  |
|------------|--------------|---------------|-------|-----|
| 02.11.1946 | 41.50        | 72.50         |       | 7.3 |
| 10.07.1949 | 39.00        | 70.50         | 16    | 7.6 |
| 15.04.1955 | 39.90        | 74.70         |       | 7.1 |
| 09.06.1956 | 35.03        | 67.48         | 35    | 7.6 |
| 11.08.1974 | 39.38        | 73.80         | 3     | 7.1 |
| 19.08.1992 | 42.11        | 73.61         | 13    | 7.2 |

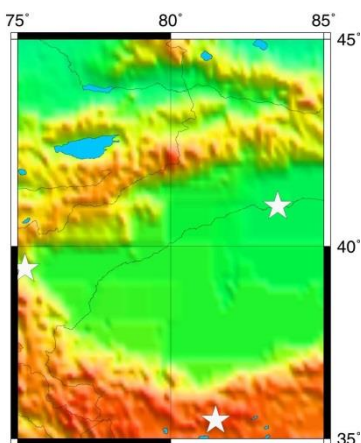
Для третьей области проведена оценка вероятность случайного попадания 4 из 6 сильных событий в 11-летний интервал времени после Макранского землетрясения 1945 г. Она выражается формулой:

$$P_{4,6} = C_6^4 (11/69)^4 (58/69)^2 \sim 7 \times 10^{-3}. \quad (1)$$

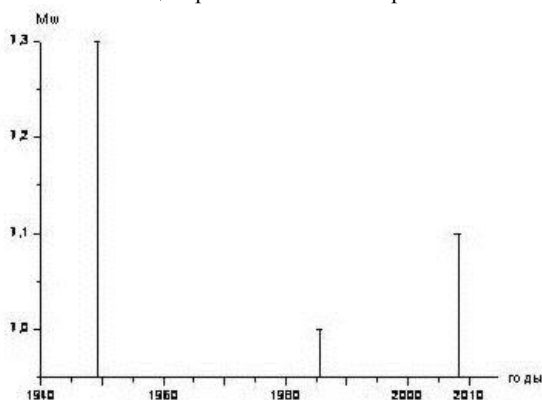
В четвертой области произошло всего 3 события с  $M_w \geq 7.0$  (рисунки 5-а, б, таблица 5).

Таблица 5. Четвертая область (35°- 45°N, 75°- 85°E).  
Сильные землетрясения

| Дата       | Широта, с.ш. | Долгота, в.д. | h, км | Mw  |
|------------|--------------|---------------|-------|-----|
| 23.02.1949 | 41.00        | 83.50         |       | 7.3 |
| 23.08.1985 | 39.44        | 75.24         | 20    | 7.0 |
| 21.03.2008 | 35.49        | 81.47         | 10    | 7.1 |



а – эпицентры сильных землетрясений



б – зависимость магнитуды землетрясений от времени

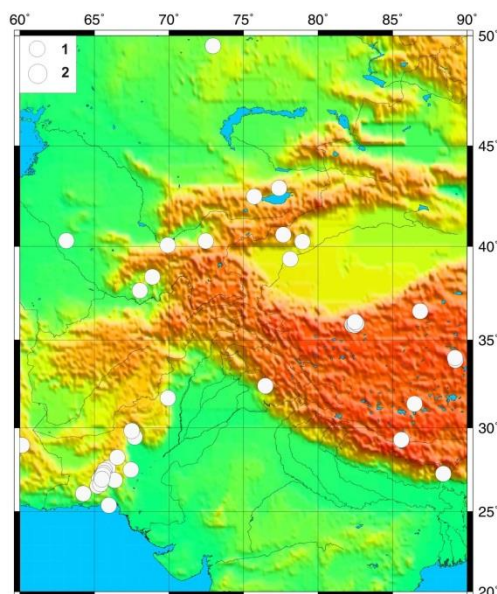
Рисунок 5. Четвертая область (35°- 45°N, 75°- 85°E).  
Эпицентры сильных землетрясений и зависимость их магнитуд от времени

Одно из землетрясений (Сычуаньское 1949 г.) попало в течение 4-летнего интервала после Макранского землетрясения 1945 г. Вероятность случайного попадания его в этот интервал равна

$$P_{1,3} = C_3^1 (4/69) (65/69)^2 \sim 0.15. \quad (2)$$

Отсюда следует, что эта вероятность примерно в 20 раз выше, чем для серии землетрясений в третьей области.

Сейсмичность после Макранского землетрясения 24.09.2013 г. Рассмотрены характеристики неглубоких ( $h=0 - 33$  км) событий с  $M \geq 4.8$ , которые произошли в районе, ограниченном координатами 20°- 50°N 60°- 90°E за период с 24.09.2013 г. по 01.09.2014 г. (рисунок 6).



1 –  $M=4.8-6.0$ , 2 –  $M_w \geq 6.5$

Рисунок 6. Сейсмичность после Макранского землетрясения 24.09.2013 г. (до 01.09.2014 г.)

На рисунке 6 выделяется афтершоковая область Макранского землетрясения, где зарегистрированы 16 событий. Кроме того, прослеживаются две полосы сейсмичности (с большими пробелами в слабосейсмичных областях). Первая полоса северо-северо-восточного простирания проходит от побережья Аравийского моря, через очаг Макранского землетрясения и Западный Тянь-Шань к Центральному Казахстану. Вторая, ориентированная в северо-северо-западном направлении, пересекает Восточные Гималаи, Тибет, Кунь-Лунь, север Тарима и Северный Тянь-Шань. В нее попадает очаговая зона довольно сильного землетрясения 12.02.2014 г. ( $M_w=6.9$ ) в районе Кунь-Луна. Можно считать, что обе полосы, в пределах которых находится почти 90% эпицентров событий (от общего их количества на карте), пересекаются в районе Центрального Казахстана.

Ниже рассмотрены более детально некоторые элементы этих полос. На рисунке 7 показаны характеристики сейсмичности (для событий с  $M \geq 4.9$ ) в центральной части первой полосы (шириной  $\sim 120$  км) за период 01.01.1973 - 01.09.2014. Видно, что здесь произошло всего десять таких событий ( $M_{\max}=5.6$ ), из которых три ( $M=4.9 - 5.2$ ) – с 24.09.2013 по 06.12.2013 гг. Оценим вероятность случайного появления 3-х из 10 событий в течение 2.5 месяцев после Макранского землетрясения:

$$P_{3,10} \sim C_{10}^3 (2.5/500)^3 (497.5/500)^7 \sim 1.5 \times 10^{-5}. \quad (3)$$

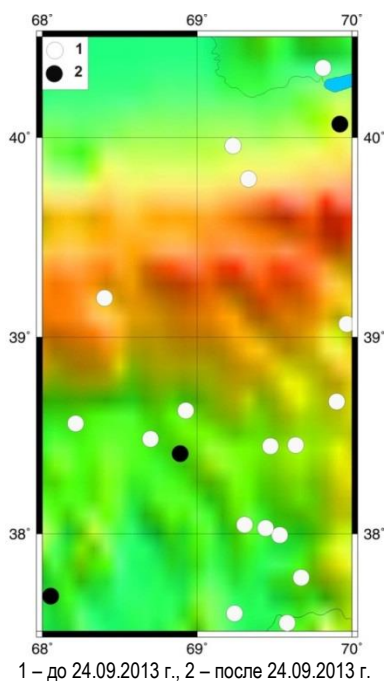


Рисунок 7. Тянь-Шань и Таджикская депрессия. Сейсмичность с 01.01.1973 г. ( $M \geq 4.9$ )

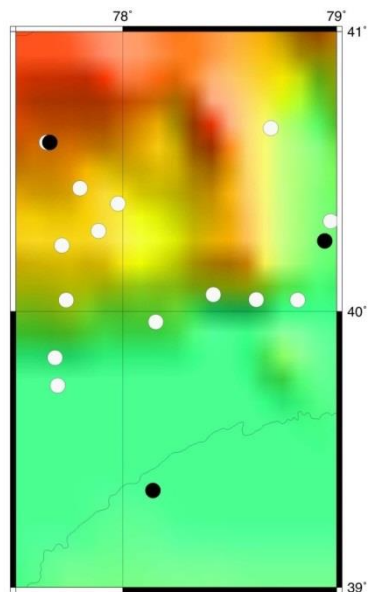
Рисунок 8 иллюстрирует данные о сейсмичности в области северо-западного Тарима. В данном случае, начиная с 01.01.1973 г., здесь произошло 17 землетрясений с  $M \geq 5.0$  ( $M_{\max}=5.9$ ), из них 3 ( $M=5.0 - 5.4$ ) – с 24.09.2013 до 09.07.2014 гг. Вероятность их случайного появления в течение 10 месяцев равна

$$P_{3,17} \sim C_{17}^3 (10/500)^3 (490/500)^{14} \sim 4 \times 10^{-3}. \quad (4)$$

И наконец, согласно инструментальным и историческим данным, в слабосейсмичной области Центрального Казахстана с координатами  $49^\circ - 52^\circ N$ ,  $70^\circ - 75^\circ E$ , по меньшей мере, за 200 лет [10] произошло единственное событие с  $M > 4.0$  (21.06.2014 г.  $M=4.8$ ), и вероятность его случайного появления составляет

$$P_{1,1} < \sim 0.75/200 \sim 4 \times 10^{-3}. \quad (5)$$

Из оценок (3) - (5) следует, что полная вероятность случайного появления 7 событий в трех указанных областях в течение 10 месяцев после Макранского землетрясения ничтожно мала.



Условные обозначения – на рисунке 7

Рисунок 8. Южный Тянь-Шань и Тарим Сейсмичность в с 01.01.1973 г. ( $M \geq 5.0$ )

#### ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные данные свидетельствуют о том, что после сильнейшего Макранского землетрясения 1945 г. в течение 11 лет резко активизировалась сейсмичность только в полосе северо-восточного простираения, протягивающейся от Гиндукуша до Центрального Тянь-Шаня. Оценка (1) показывает, что случайная реализация в этот период четырех сильных землетрясений с  $M_w=7.1 - 7.6$  очень маловероятна. Таким образом, существует пространственно-временная связь Макранского землетрясения 1945 г. и сильных событий в указанном районе (в отличие от других рассмотренных районов).

Обсудим возможный механизм такой связи. Из рисунка 1 следует, что полоса, в которую попадают очаги сильных землетрясений, произошедших в 1946 - 1956 гг., находится на продолжении Чаманского сдвига. Можно полагать, что подвижка при Макранском землетрясении субдукционного типа привела к ускорению медленных криповых смещений по Чаманскому разлому [11], в результате чего увеличились сдвиговые напряжения к северо-востоку от разлома.

Кроме того, очаги описанных событий тяготеют к зонам высокого поглощения S-волн в нижней коре и верхах мантии [7, 8]. Эти зоны в указанном районе связаны с присутствием заметной доли флюидов, которые обеспечивают меньшую вязкость нижней части литосферы. Пониженная вязкость, в свою очередь, обуславливает относительно высокую скорость деформации и дополнительное возрастание сдвиговых напряжений. Известно, что под действием сдвиговых напряжений формируется связанная сеть из пор и трещин, заполненная флюидом [12]. Это приводит к постепенному образованию двухфазного

слоя значительной вертикальной протяженности в нижней коре и верхах мантии, что, в свою очередь, обеспечивает концентрацию напряжений на его кровле [13]. При достаточной мощности такого слоя напряжения превышают предел прочности горных пород, что и вызывает подвижку при сильном землетрясении.

Можно полагать, что аналогичный механизм может быть реализован после двух сильнейших Макранских землетрясений 2013 г. Об этом свидетельствует появление серии событий умеренной силы в слабосейсмичных областях после 24.09.2013 г., а также реализация относительно сильного землетрясения в районе Кунь-Луны ( $M_w=6.9$ ). По нашему мнению, это служит отражением эффекта перераспределения напряжений в верхней части земной коры, связанного с ускорением смещения Индийской плиты относительно Евразии. Наибольшее увеличение напряжений должно наблюдаться в области

сближения двух полос сейсмичности в районе Центрального Тянь-Шаня (между  $70^\circ$  и  $76^\circ$  E).

Вместе с тем необходимо отметить, что Макранские землетрясения служат только триггером, ускоряющим подготовку сильных сейсмических событий. Медленный подъем флюидов в литосфере происходит в течение длительного времени, и тектонические структуры должны быть подготовлены к тому, чтобы отреагировать на изменение поля напряжений. В этом отношении существенно то, что еще по [14] в районе Центрального Тянь-Шаня выделены зоны высокого поглощения поперечных волн, а в последние годы - также кольцевые структуры сейсмичности [15], которые обычно проявляются перед сильными коровыми землетрясениями. Полученные данные показывают, что здесь необходимо проводить постоянный мониторинг различных геофизических и геохимических полей с целью среднесрочного прогноза сильных землетрясений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Triep, E. Frequency of occurrence of moderate to great earthquakes in intracontinental regions / E. Triep, L. Sykes // *J. Geophys. Res.* - 1997. - V. 102. - P. 9923 - 9948.
2. Копничев, Ю.Ф. Пары сильных землетрясений и геодинамические процессы в районе Центральной и Южной Азии / Ю.Ф. Копничев, И. Баскутас, И.Н. Соколова // *Вулканология и сейсмология.* - 2002. - № 5. - С. 49 - 58.
3. Копничев, Ю.Ф. Группирование сильных землетрясений в районе Центральной Азии: новые возможности среднесрочного прогноза сейсмических событий на Северном Тянь-Шане / Ю.Ф. Копничев, И.Н. Соколова // *Докл. РАН.* - 2006. - Т. 411. - № 2. - С. 246 - 249.
4. Molnar, P. Cenozoic tectonics of Asia: effects of a continental collision / P. Molnar, P. Tapponnier // *Science.* - 1975. - V. 8. - P. 419 - 426.
5. Rajendran, C. Hazard implications of the late arrival of the 1945 Makran tsunami / C. Rajendran, M. Ramanamurthy, N. Reddy, K. Rajendran // *Current Science.* - 2008. - V. 95, N 12. - P. 1739 - 1743.
6. Quittmeyer, R. Historical and modern seismicity of Pakistan, Afghanistan, northwestern India and southwestern Iran / R. Quittmeyer, K. Jacob // *Bull. Seismol. Soc. Am.* 1979. - V. 69, N 3. - P. 773 - 823.
7. Копничев, Ю.Ф. Неоднородности поля поглощения короткопериодных S-волн в литосфере Тянь-Шаня и Джунгарии и их связь с сейсмичностью / Ю.Ф. Копничев, И.Н. Соколова // *ДАН.* - 2010. - Т. 433, № 6. - С. 808 - 812.
8. Копничев, Ю.Ф. Неоднородности поля поглощения короткопериодных поперечных волн в литосфере Центральной Азии и их связь с сейсмичностью / Ю.Ф. Копничев, И.Н. Соколова // *ДАН.* - 2010. - Т. 437, № 1.
9. Engdahl, E. Global seismicity: 1990-1999. In: *Earthquake & engineering seismology. Part A.* / E. Engdahl, A. Villasenor // Academic Press. An imprint of Elsevier Science. - 2002. - P. 665 - 690.
10. Кондорская, Н.В. Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР / Н.В. Кондорская, Н.В. Шебалин. - М.: Наука, 1977. - 535 с.
11. Furuya, M. Slow earthquake in Afghanistan detected by InSAR / M. Furuya, S. Satyabala // *Geophys. Res. Lett.* 2008. - V. 35. L06309. doi: 10.1029/2007GL033049.
12. Hier-Majumder, S. Role of dynamic grain boundary wetting in fluid circulation beneath volcanic arcs / S. Hier-Majumder, D. Kohlstedt // *Geophys. Res. Lett.*, 2006. - V. 33. L08305.
13. Gold, T. Fluid ascent through the solid lithosphere and its relation to earthquakes / T. Gold, S. Soter // *Pure Appl. Geophys.* - 1984/1985. - V. 122. - P. 492 - 530.
14. Копничев, Ю.Ф. Неоднородности поля поглощения короткопериодных сейсмических волн в литосфере Центрального Тянь-Шаня / Ю.Ф. Копничев, И.Н. Соколова // *Вулканология и сейсмология.* - 2007. - № 4. - С. 54 - 70.
15. Копничев, Ю.Ф. Кольцевые структуры сейсмичности в районе Центрального Тянь-Шаня: возможная подготовка сильных землетрясений / Ю.Ф. Копничев, И.Н. Соколова // *Вестник НЯЦ РК.* - 2012. - Вып. 2. - С. 157.

**МАКРАН ЖӘНЕ ОРТАЛЫҚ АЗИЯ АУДАНАРЫНДАҒЫ ҚАТТЫ ЖЕРСІЛКІНУЛЕРДІҢ БАЙЛАНЫСЫ ТУРАЛЫ: ОРТАЛЫҚ ТЯНЬ-ШАНЬ АУДАНЫНДА ҚАТТЫ СЕЙСМИКАЛЫҚ ОҚИҒАЛАРДЫҢ ЫҚТИМАЛ ДАЙЫНДАЛУЫ**

<sup>1)</sup> Копничев Ю.Ф., <sup>2)</sup> Соколова И.Н.

<sup>1)</sup> *Ресей, Мәскеу қ., РҒА Жер физикасы институты*

<sup>2)</sup> *Қазақстан, Курчатов қ., Геофизикалық зерттеулер институты*

Орталық және Оңтүстік Азия аймағында сейсмикалықтың кейбір сипаттамалары қарастырылған. 1954 ж. өте қатты Мақран жерсілкінуінен ( $M_w=8.1$ ) кейін 11 жыл ағымында Гиндукуш және Орталық Тянь-Шань аудандарында сейсмикалық оқыс көтерілген, онда  $M_w=7.1-7.6$  төрт жерсілкінуі болған. 2013 ж. Мақран ауданында екі өте қатты жерсілкінуі болған ( $M_w=7.7$ ). XX ғасырдың ортасы ұқсастығына қарай олардан кейін Орталық Тянь-Шань ауданында, онда 1992 ж. бері  $M_w \geq 7.0$  қатты жерсілкінулер болмаған, сейсмикалық елеулі көтерілуін күтуіне болады. Ошағы Чаман ығыспасының оңтүстік аяғында орналасқан 2013 ж. 09.24-індегі Мақран жерсілкінуінен кейін бір жыл ағымында сейсмикалықтың екі жолағы ( $M \geq 4.8$  оқиғалар) пайда болғаны анықталған, олардың біреуі субмеридиональ бағытында, екіншісі – солтүстік-солтүстік-батыс бағытында. Мұнда 2013 ж. 09.24-інен кейін әлсізсейсмикалық зоналарда бірнеше жерсілкінуі болған. Одан басқа, бұл екі жағы Орталық Қазақстан ауданында қиылысады, мұнда 2014 ж. 06.21-інде 200 астам жыл ішінде жалғыз бір жерсілкінуі болған ( $M > \sim 4.0$ ). Алынған деректер, қарастырылудағы ауданда субгоризонталды кернеулер өсу туралы куәланырады, бұл қатты жерсілкінулер сериясы ықтимал дайындалуын жеделдетуге келтіруіне тиіс, бірінші кезегінде Орталық Тянь-Шань облысында, 70 және 76° E арасында.

**ON A CONNECTION OF LARGE EARTHQUAKES IN THE REGIONS OF MAKRAN AND CENTRAL ASIA: POSSIBLE PREPARATION FOR STRONG SEISMIC EVENTS IN THE REGION OF CENTRAL TIEN SHAN**

<sup>1)</sup> Yu.F. Kopnichev, <sup>2)</sup> I.N. Sokolova

<sup>1)</sup> *Institute of the Earth Physics, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

<sup>2)</sup> *Institute of Geophysical Research Kurchatov, Kazakhstan*

Some characteristics of seismicity in Central and Southern Asia regions have been studied. It has been shown that after the strongest Makran earthquake in 1945 ( $M_w=8.1$ ) over the period of 11 years the seismicity has sharply activated in Hinduksha and Central Tien-Shan regions, where 4 earthquakes with  $M_w=7.1-7.6$  occurred. In 2013, two very strong earthquakes occurred in Makran region ( $M_w=7.7$ ). Similarly with the mid-20th century a significant increase of seismicity in Central Tien-Shan region, where there were no earthquakes with  $M_w \geq 7.0$  after 1992, can be presumed to occur after them. It has been established that after Makran earthquake on 24.09.2013, the epicenter of which was located at the southern edge of Chaman shift, over a year two seismicity bands occurred (events with  $M \geq 4.8$ ), one of which has sub-meridional and the other one – north-north-west direction. Here, after 24.09.2013 several earthquakes occurred in seismically quiet areas. Besides, these bands cross in Central Kazakhstan region, where on 21.06.2014 the only earthquake with  $M > \sim 4.0$  over more than 200 years occurred. Obtained data indicated the growth of sub-horizontal pressures in the region under study, which should lead to the increase of a possible preparation of a series of strong earthquakes, first of all, in Central Tien-Shan region, between 70 and 76° E.