

УДК 550.34.0

Абдыраева Б.С., Малдыбаева М.Б.  
Институт сейсмологии НАН КР,  
г. Бишкек, Кыргызстан

## РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ ПРОГНОЗА ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ СЕЙСМОАКТИВНЫХ РАЙОНОВ КЫРГЫЗСТАНА

**Аннотация.** Представлен анализ работ по прогнозу землетрясений на территории Кыргызстана.

**Ключевые слова:** прогноз, землетрясение, ось главных напряжений, класс, магнитуда, эпицентр, гипоцентр, сейсмический режим, район ожидаемых землетрясений (РОЗ).

## КЫРГЫЗСТАНДЫН СЕЙСМОАКТИВДУУ РАЙОНДОРУНДАГЫ ЖЕР ТИТИРООЛОРДУН РЕТРОСПЕКТИВДУУ БОЖОМОЛДОРУНУН ЖЫЙЫНТЫКТАРЫ

**Кыскача мазмуну.** Кыргызстандын территориясындагы жер титирөөлөрдү божомолдоо боюнча анализдөө иштери жана макаланын авторлору тарабынан иштелип чыккан сейсмикалык материалдар келтирилген.

**Негизги сөздөр:** болжолу, жер титирөө, класс, магнитуда, эпицентр, гипоцентр, сейсмикалык режим, жер титирөө күтүлүп жаткан район.

## THE RESULTS OF THE RETROSPECTIVE PREDICTION OF EARTHQUAKES OF SEISMICALLY ACTIVE REGIONS OF KYRGYZSTAN

**Abstract.** The results of earthquake prediction according to the collected materials for the territory of Kyrgyzstan are presented in the paper.

**Keywords:** prediction, earthquake, axis of principal stresses, class, magnitude, epicenter, hypocenter, seismic mode, region of expected earthquakes (REE).

### Введение

Территория Кыргызской Республики, охватывающая значительную часть «молодого» горного образования Тянь-Шань, характеризуется высокой сейсмичностью (9-10-балльное Беловодское катастрофическое землетрясение 1885 г.; 10-11-балльное Кеминское 1911 г.; 9-10-балльное Чаткальское 1946 г.; 8-9-балльное Сарыкамышское 1970 г.; 8-9-балльные Баткенское 1977 г. и Жаланаш-Тюпское 1978 г.; 9-балльное Суусамырское 1992 г.; 7-8-балльное Кочкорское 2006 г.; 8-балльные Нура-Алайское 2008 г. и Канское 2011 г.; 7-8-балльные Сарыджазское 2013 г. и Кызылартское 2016 г. землетрясения). Ежегодно в Кыргызстане регистрируется более 9000 землетрясений различной интенсивности.

Прогноз землетрясений является сложной задачей сейсмологии. Предсказание – это не угадывание и не гадание на кофейной гуще о заведомо сильных сейсмических событиях. Прогноз землетрясения – это научно обоснованное суждение о месте, времени и характере явления, закономерности возникновения, распространения и изменения которого неизвестны и пока неясны.

В последние годы отмечается значительный прогресс в области долго- и среднесрочного прогноза сильных землетрясений в связи с созданием

разномасштабных карт сейсмического районирования и сейсмического риска, построение которых базируется на комплексных исследованиях – сеймотектонических, геофизических и сейсмологических [1].

В последние годы отмечаются некоторые подвижки и в области долго- и среднесрочного прогноза сильных землетрясений. Это связано со следующими результатами исследований:

- сейсмоактивные регионы подразделяются на отдельные области (зоны) с фиксированными границами;
- периоды сейсмического затишья разделяют периоды активности с проявлением сильных землетрясений;
- крупные землетрясения в сейсмоактивных зонах часто возникают в областях сейсмических брешей [2].

Данные результаты были положены нами в основу прогноза сильных землетрясений на территории Кыргызстана.

### 1. Долгосрочный прогноз землетрясений на территории Кыргызстана

Построены ежегодные карты-схемы распределения эпицентров землетрясений с  $K \geq 7.0$  для территории Кыргызстана и прилегающих территории, произошедших за 2017-2019 гг. (рисунки 1, 2, 3). Было выявлено:

- высокая степень сейсмичности, т.е. наибольшая плотность эпицентров землетрясений выделяется в 2017 году в южной части Кыргызстана (на кыргызско-таджико-китайской границе);
- Южно-Иссык-Кульская сейсмогенерирующая зона, имеющая субширотное простирание, в 2018 г. была менее активной, чем в 2017 г. и 2019 г., но в 2019 году она была более активной по землетрясениям с энергетическим классом  $K_R = 6.6$  (рисунки 1, 2, 3);
- эпицентры сравнительно сильных землетрясений расположены в районе с географическими координатами  $\varphi = 39^{\circ}-43^{\circ}$  с.ш. и  $\lambda = 69^{\circ}-81^{\circ}$  в.д.

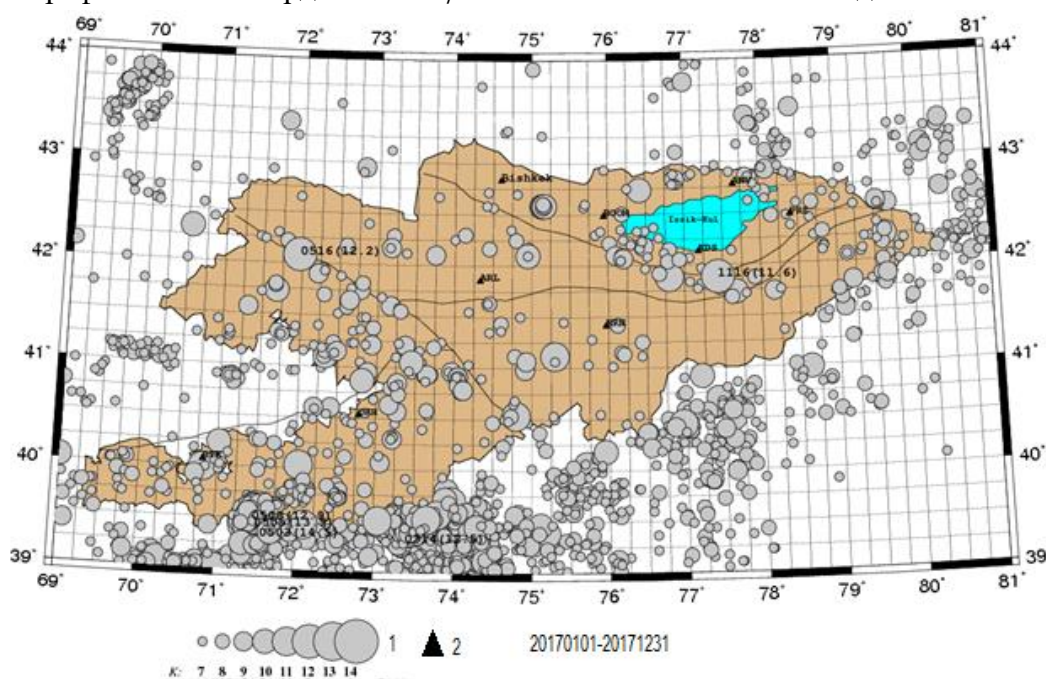


Рисунок 1. Карта эпицентров землетрясений с  $K_R \geq 6.6$  на территории Кыргызстана за 2017 год. 1 - эпицентры землетрясений, 2 – сейсмические станции.

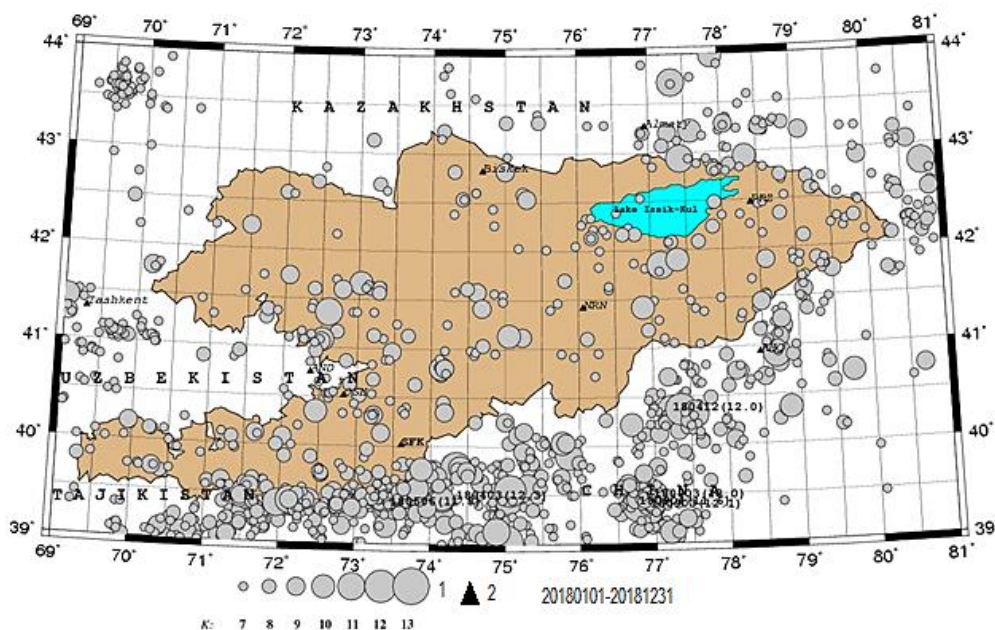


Рисунок 2. Карта эпицентров землетрясений с  $K_R \geq 6.6$  на территории Кыргызстана за 2018 год. 1 - эпицентры землетрясений, 2 – сейсмические станции.

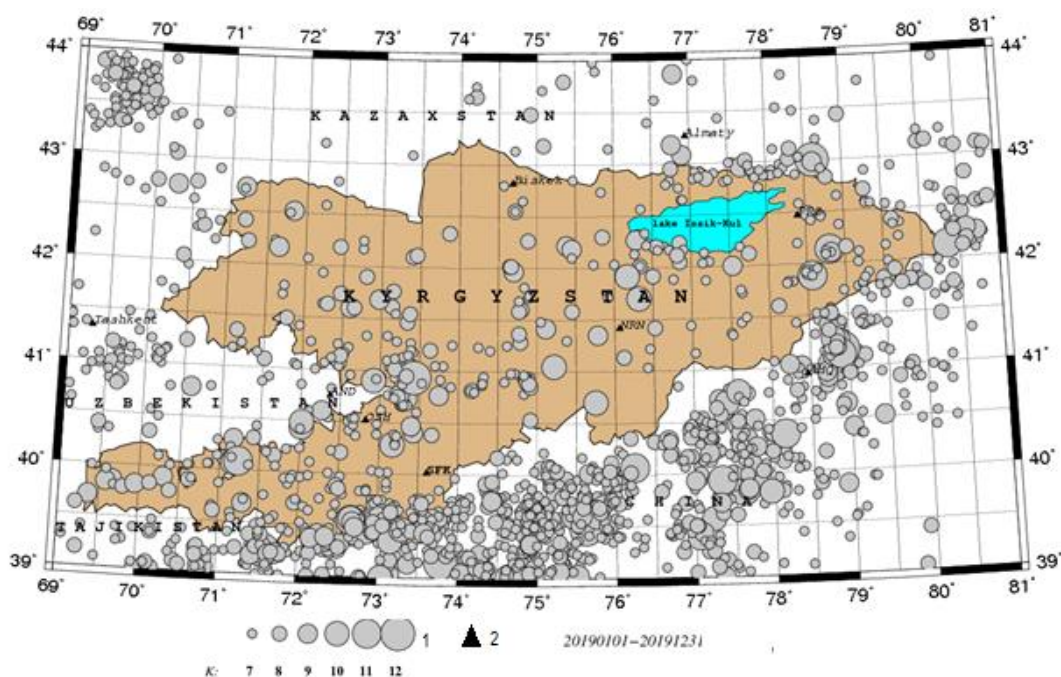


Рисунок 3. Карта эпицентров землетрясений с  $K_R \geq 6.6$  на территории Кыргызстана за 2019 год. 1 - эпицентры землетрясений, 2 – сейсмические станции.

## 2. Области группирования разно ориентированных осей напряжения сжатия (P) в очагах землетрясений на территории Кыргызстана

Области группирования разноориентированных осей напряжения сжатия (P), рассмотрены на материалах 2017 г., 2018 г. и 2019 г.

На рисунках 4, 5, 6 представлены ежегодные карты-схемы ориентации осей напряжения сжатия в очагах исследованных землетрясений Кыргызстана, из которых видно, что ориентация осей напряжения сжатия (P) в очагах землетрясений в основном

имеет близмеридиональное и близгоризонтальное направления, а осей растяжения - перпендикулярно к осям сжатия. На картах выделены участки (окрашены в жёлтый цвет), где произошло изменение ориентации осей сжатия в очагах землетрясений, по сравнению с остальными сейсмологическими событиями на территории Кыргызстана

Выделенные участки характеризуют локальное изменение напряжённого состояния горных масс за последние годы, что требует тщательного анализа материалов наблюдений на данных площадях и дальнейшего исследования.

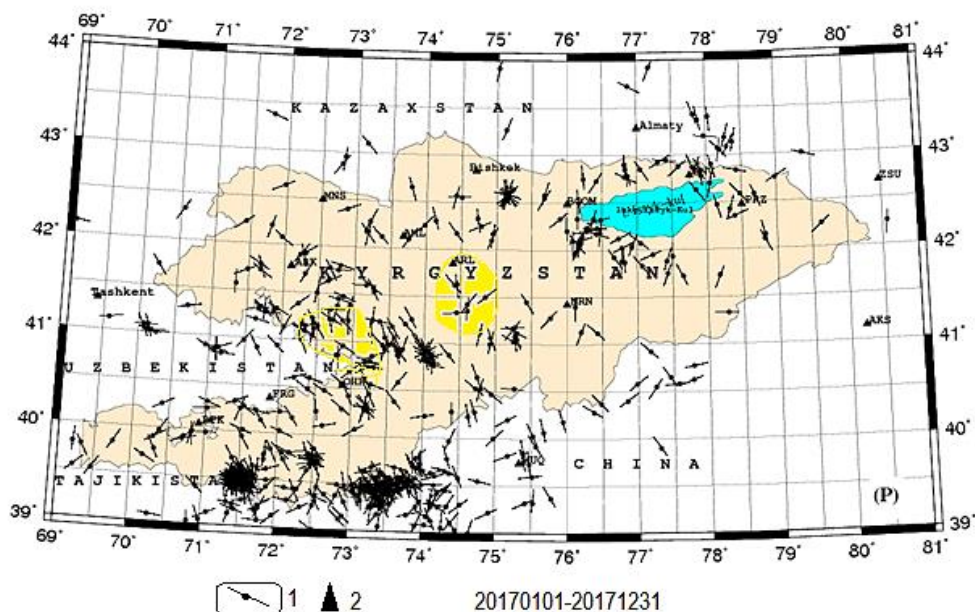


Рисунок 4. Карта-схема ориентации осей напряжения сжатия на территории Кыргызстана за 2017 г. 1 - ось напряжения сжатия в очаге землетрясения, 2 – сейсмическая станция.

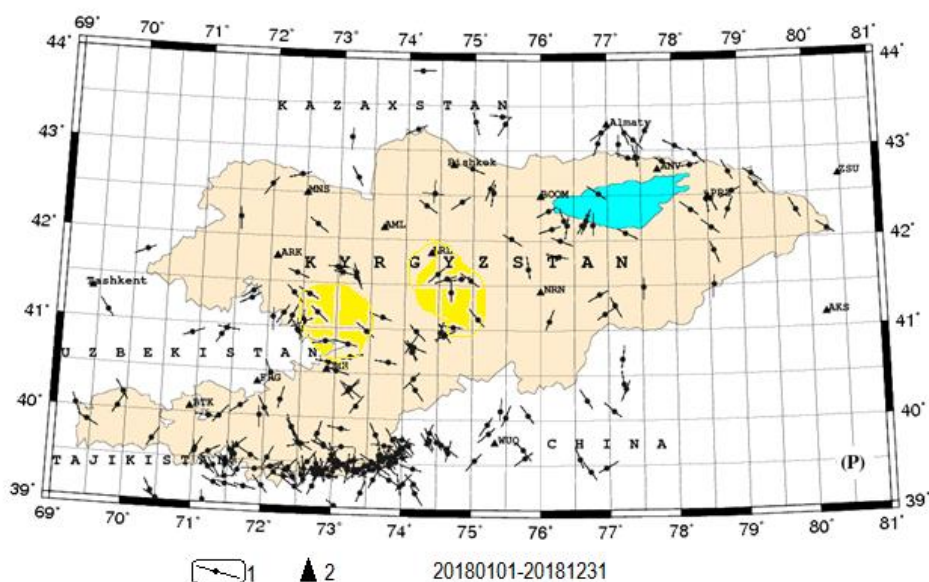


Рисунок 5. Карта-схема ориентации осей напряжения сжатия на территории Кыргызстана за 2018 г. 1 - ось напряжения сжатия в очаге землетрясения, 2-сейсмические станции.

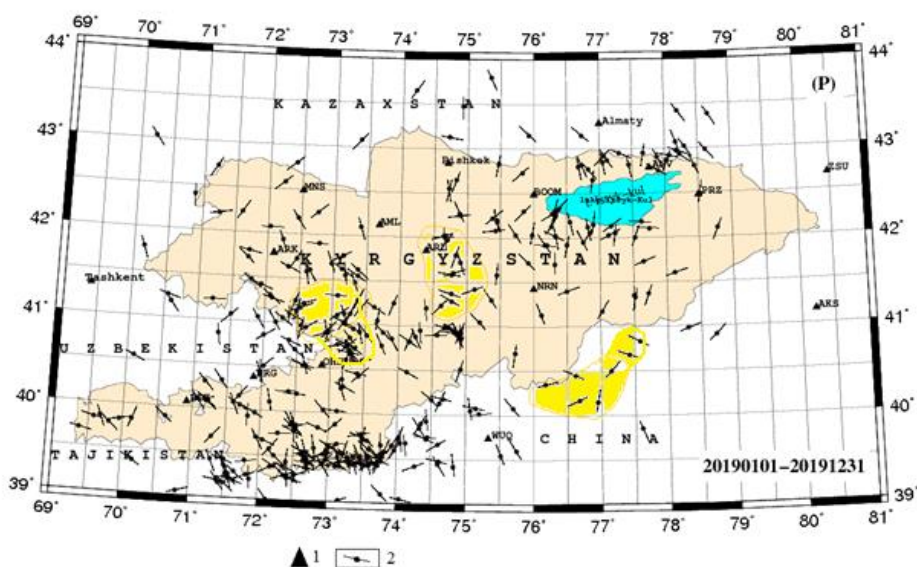


Рисунок 6. Карта-схема ориентации осей напряжения сжатия, в очагах землетрясений Кыргызстана за 2019 г. 1- сейсмическая станция; 2- ось напряжения сжатия в очаге землетрясения.

Надо отметить, что на карте рисунка 6 (2019 г.) выделены участки, где возможны проявления (предполагаются) землетрясений в будущем (жёлтоокрашенные площади). Один из таких участков расположен на территории КНР. И вот на его территории уже в январе 2020 г. произошло одно сейсмособытие (19.01.2020 г.) с энергетическим классом  $K = 12.5$ , координаты в очаге  $\varphi = 39^{\circ}54'$ ,  $\lambda = 77^{\circ}21'$ . Второе сейсмособытие в районе сейсмостанции «Арал» (21.01.2020 г.) с энергетическим классом  $K = 10.4$ , координаты в очаге  $\varphi = 41^{\circ}35'$ ,  $\lambda = 75^{\circ}27'$ .

Кроме того, были рассмотрены особенности распределения в пространстве параметров механизмов очагов землетрясений, т.е. проводилось группирование разнотипных подвижек в очагах слабых землетрясений с  $K_R \leq 11.0$ , что может предшествовать возникновению сильных сейсмособытий (рисунки 7, 8).

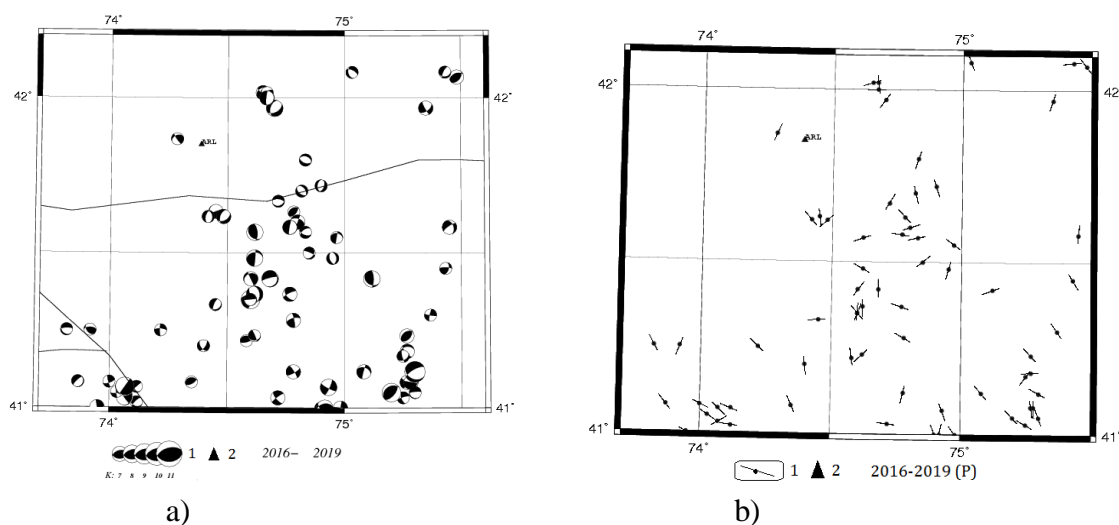


Рисунок 7. Карта-схема: а) механизм очагов землетрясений (1 - механизмы, 2 - сейсмостанция) и б) ориентации осей напряжения сжатия (1 - направление азимутов сжатия, 2 - сейсмостанция) в очагах землетрясений в районе сейсмостанции «Арал» (ARL) за 2016-2019 гг. ( $\varphi = 41^{\circ}00' - 42^{\circ}06'$  и  $\lambda = 73^{\circ}45' - 75^{\circ}30'$ ).

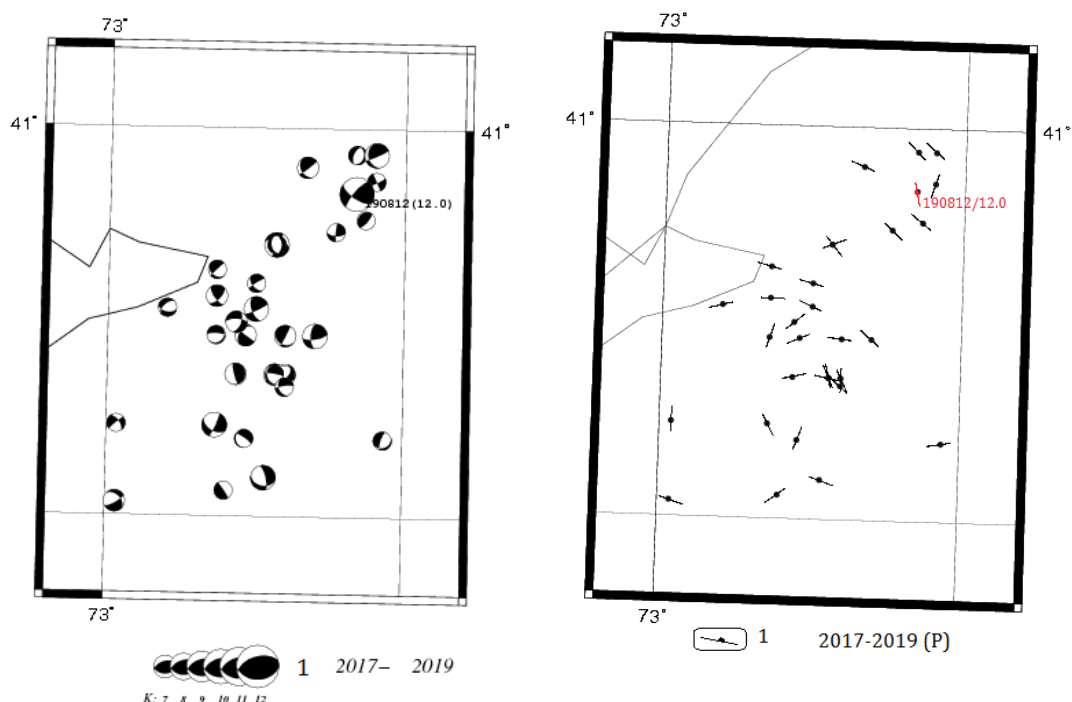


Рисунок 8. Карта-схема: а) механизм очагов землетрясений (1-механизмы, 2- сейсмостанция) и б) ориентации осей напряжения сжатия (1 - направление азимутов сжатия, 2 - сейсмостанция) в очагах землетрясений в районе сейсмостанции «Ош» (OSH) за 2017-2019 гг. ( $\varphi=40^{\circ}30'-41^{\circ}00'$  и  $\lambda=73^{\circ}00'-73^{\circ}30'$ ).

### 3. Распознавание районов ожидаемых мест сильных землетрясений

На нашей планете происходят ежегодно миллионы землетрясений разной интенсивности, часть из которых являются сильными или катастрофическими. Китайскими сейсмологами впервые в мире в 1975 г. было спрогнозировано одно из сильнейших землетрясений на Тянь-Шане, что позволило сохранить жизни многочисленного населения Ляонинской провинции КНР [3]. К сожалению, это пока единственный случай.

В настоящее время проблемой прогноза землетрясения занимаются практически во всех сейсмоактивных областях мира: интересные результаты получены в КНР [3], Японии [4], США [5], странах бывшего СССР [6]. Алгоритм распознавания места возможного возникновения сильного землетрясения разработан в Международном Институте теории прогноза землетрясений и математической геофизики РАН под руководством академика В.И. Кейлиса-Борока [7]. Этот алгоритм был использован для отдельных сейсмоактивных регионов Земли (см. сборник «Вычислительная сейсмология», вып. 6) [7].

#### *Краткий обзор предыдущих исследований*

Ещё в 1973 г. группой исследователей [7] был предложен метод определения места возможного возникновения сильного землетрясения, который опробовался на Памиро-Тянь-Шаньском регионе. Авторами этой работы показано, что эпицентры сильных ( $M \geq 6.5$ ) землетрясений лежат, в основном, в крупных дизъюнктивных узлах с активными новейшими движениями. Они сделали предположение, что и в дальнейшем землетрясения с  $M \geq 6.5$  будут возникать только в этих узлах. Однако, например,

эпицентр сильнейшего Суусамырского землетрясения ( $M = 7.3$ ) 1992 г. попал вне выделенных дизъюнктивных узлов, что говорит о более сложном решении задачи по прогнозу. В 2011 г. была составлена и передана в МЧС страны Карта вероятной сейсмической опасности территории КР на период 2011-2020 гг. [8], на который выделены зоны РОЗ (в виде эллипсов) I-ой и II-ой категорий. При построении этой карты авторы, в основном, базировались на данных изменения параметра плотности сеймогенных разрывов  $K_{ср}$ . [8].

Мы предлагаем свой вариант построения карты-схемы РОЗ (рисунок 6), который базируется на следующем: 1) распознавание районов ожидаемых землетрясений проводится с точки зрения не оценки сейсмической опасности, а прогноза места ожидаемых сильных ( $K_p \geq 13.0$ ) землетрясений Тянь-Шаня; 2) использование карты распределения эпицентров землетрясений (рисунки 1, 2, 3), определяют положения областей сейсмических затиший - сейсмических брешей; 3) определение ориентации главных напряжений сжатия в очагах исследованных землетрясений, группируемых в РОЗ.

### Вывод

1. Карта-схема ориентации осей напряжения сжатия, в очагах землетрясений Кыргызстана за 2017-2019 гг. для территории Кыргызстана и прилегающих районов служит для решения задач долгосрочного прогноза места ожидаемого сильного землетрясения.
2. Территория Кыргызстана относится к наиболее сейсмоопасным зонам Тянь-Шаня и разработанные методы прогноза позволяет в долго-среднесрочном плане выделить районы место ожидаемых землетрясений.
3. Перед сильным землетрясением ориентации главных напряжений сжатия в очагах слабых землетрясений меняются.

### Литература

1. Абдрахматов К.Е., Джанузаков К.Д., Фролова А.Г., Погребной В.Н. Карта сейсмического районирования территории Кыргызской Республики. Бишкек. 2013 г.
2. Мамыров Э. Прогноз сильных землетрясений на территории Кыргызстана. Журнал ИС НАН КР «Вестник» №2 (8), 2016 г. С. 46-56.
3. Wang K., Qi-Fu Chen, Shihong Sun and Andong Wang. «Predicting the 1975 Haicheng Earthquake». Bulletin of the Seismological Society of America, 2006, pp.757-795.
4. Методы прогноза землетрясений. Их применения в Японии/ Асада Т., Исибаси К., Матсуда Т. и др. Под. Ред. Т.Асада. Пер. с англ. –М.: Наука, Недр. 1984. 312 с.
5. Сборник Советско-американских работ по прогнозу землетрясений. Изд-во «Дониш» Душанбе-Москва. 1979. Том 2, Книга 2. -168 с.
6. Соболев Г.А. Основы прогноза землетрясения. Москва: Наука. 1983. 360 с.
7. Гельфанд И.М., Ш.А.Губерман, М.Л.Извекова, В.И.Кейлис-Борок, Е.Я.Ранцман Распознавание мест возможного возникновения сильных землетрясений. I. Памир и Тянь-Шань// Вычислительная сейсмология. Вып. 6. С.107-133.
8. Мамыров Э., Маханькова В.А., Берёзина А.В., Молдобекова С., Хан В.В. Прогноз вероятного места сильных землетрясений на территории Кыргызстана //Вестник Института сейсмологии НАН КР. №1, 2013. С.59-71.

*Рецензент: д. ф-м. наук, в.н.с. А.М. Токтосопиев*