

УДК 550.34(575.2)

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

МЕХАНИЗМЫ ОЧАГОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ ($M \geq 3.3$) В РАЙОНЕ ТАЛАСО-ФЕРГАНСКОГО РАЗЛОМА ТЯНЬ-ШАНЯ

Аннотация. В статье дан анализ фокальных механизмов землетрясений ($M \geq 3.3$), произошедших в районе Таласо-Ферганского разлома Тянь-Шаня за период с 1997 по 2017 г. Направление вектора подвижки в очагах сопоставлено с направлением тектонических движений по указанному разлому. Высказано мнение о том, что ни все очаги землетрясений, возникающие в этом районе, связаны с Таласо-Ферганским разломом.

Ключевые слова: эпицентр, землетрясение, фокальный механизм, стереограмма, нодальная плоскость, сейсмический момент, оси главных напряжений, Тянь-Шань, Таласо-Ферганский разлом.

ТЯНЬ-ШАНДЫН ТАЛАС-ФЕРГАНА ЖАРАҢКАСЫНЫН РАЙОНУНДАГЫ ЖЕР ТИТИРӨӨНҮН ($M \geq 3.3$) ОЧОКТОРУНУН МЕХАНИЗМДЕРИ

Кыскача мазмуну. Макалада Тянь-Шандын Талас-Фергана жараңкасынын районундагы болуп өткөн 1997-ж. тартып 2017-ж. чейинки ($M \geq 3.3$) жер титирөөлөрүнүн фокалдык механизмдерине талдоо жүргүзүлгөн. Очоктордогу жылуу векторунун багыты көрсөтүлгөн жараңка боюнча тектоникалык кыймылдардын багыты менен салыштырылган. Ушул райондо пайда боло турган жер титирөөлөрдүн бардыгы эле Талас-Фергана жараңкасы менен байланышта эместиги тууралуу пикир айтылган.

Негизги сөздөр: эпиборбор, жер титирөө, фокалдык механизм, стереограмма, нодалдык мейкиндик, сейсмикалык учур, башкы чыңалуулардын октору, Тянь-Шань, Таласо-Фергана жараңкасы

FOCAL MECHANISMS OF EARTHQUAKES WITH $M \geq 3.3$ IN THE AREA OF THE TALAS – FERGANA FAULT OF THE TIEN SHAN

Abstract. The analysis of focal mechanisms of earthquakes ($M \geq 3.3$) occurred in the area of the Talas-Fergana fault of the Tien Shan for the period from 1997 to 2017 is presented in the paper. The direction of the displacement vector in the source was compared with the direction of tectonic motions along this fault. The opinion that neither all the earthquakes occurred in this region are connected with the Talas-Fergana fault was expressed.

Keywords: epicenter, earthquake, focal mechanism, stereogram, nodal plane, seismic moment, axes of main stresses, Tien-Shan, Talas-Fergana fault.

Введение

Известно, что землетрясения классифицируются по магнитуде, сейсмической энергии, глубине, интенсивности сейсмических сотрясений, сейсмическому моменту и др. В [1] даётся классификация землетрясений Тянь-Шаня по типам подвижек в их очагах. Оказалось, что на Тянь-Шане в очагах землетрясений происходят, в основном,

семь типов подвижек: надвиговые, взбросовые, сбросовые, сдвиговые и их различные комбинации (сдвиго-надвиг, и т.д.). В предлагаемой статье рассматриваются механизмы очагов землетрясений ($M \geq 3.3$), произошедших в районе Таласо-Ферганского разлома за период 1997-2017 гг. Напомним, что «сдвиговый» тип подвижки в очаге землетрясения характеризуется следующими напряжёнными состояниями: близгоризонтальном и близмеридиональном сжатии, близгоризонтальном и близширотном растяжении. Направленности излучения, согласно принятой точечной модели механизма землетрясения Хонда-Введенской, практически совпадают с ориентациями главных осей сжатия и растяжения. Оси промежуточных напряжений в очаге совпадают с простиранием плоскости разлома.

Таласо-Феганский разлом - одна из основных тектонических структур Тянь-Шаня. По поводу типа движений и других особенностей этого разлома у геологов имеются разные мнения: одни считают, что Таласо-Ферганский разлом характеризуется правосторонним сдвигом, другие не согласны с таким мнением [2]. В работах [3,6] отмечено, что для Таласо-Ферганского разлома характерны новейшие взбросо-сдвиговые перемещения. При этом вертикальная составляющая движений заметно уменьшается от «Нарынского» отрезка разлома в ту и другую стороны вдоль его простирания. При такой ситуации, по-видимому, необходимо привлекать данные геофизики, сейсмологии, особенно, сейсмологические данные о механизмах очагов землетрясений. Вопрос о выявлении пространственно-временных особенностей распределения землетрясений в районе Таласо-Ферганского разлома был также рассмотрен в работах [4,5].

Цель данной статьи - выявление взаимосвязи между механизмами очагов землетрясений и направлениями тектонических движений по Таласо-Ферганскому разлому Тянь-Шаня. Основное внимание уделено проявлению подвижек по плоскостям разрывов в очагах сильных землетрясений. Иметь представление о фокальных механизмах сильных землетрясений очень важно для исследования напряжённо-деформированного состояния и геодинамических процессов, протекающих в земной коре и верхней мантии. Особенно совместный анализ пространственно-временных особенностей сейсмичности и фокальных механизмов землетрясений вносит определённый вклад в понимании причины возникновения землетрясений.

Механизмы очагов землетрясений

9 января 1997 г. произошло сравнительно сильное землетрясение ($M=5.9$) в юго-восточной части Таласо-Ферганского разлома. Его очаг находился на глубине 20 км. Это землетрясение считается одним из сильных за период с 1997 по 2017 гг. По данным инструментальных наблюдений определён механизм очага этого землетрясения (рис. 1).

Параметры механизма очага определены по знакам первых вступлений Р-волн, собранных из 34 сейсмических станций региона. Обе нодальные плоскости имеют квазивертикальный характер ($dip1=78^{\circ}$ и $dip2=86^{\circ}$). Одна из нодальных плоскостей простирается в близширотном направлении, очень близко к простиранию Таласо-Ферганского разлома. По этой плоскости произошёл «сдвиговый» тип деформации в результате действия блигоризонтального сжимающего напряжения ($plunge=6^{\circ}$) и растяжения ($plunge=12^{\circ}$). Механизм этого землетрясения показывает, что в настоящее время в данном участке разлома продолжается правостороннее сдвиговое движение. Механизмы очагов слабых землетрясений, произошедших в районе Таласо-Ферганского разлома, в основном, также характеризуются «сдвиговыми» типами деформации.

В качестве примера на рис. 2 представлена стереограмма фокального механизма землетрясения 27 мая 2016 года. Очаг этого землетрясения находится в глубине 10 км.

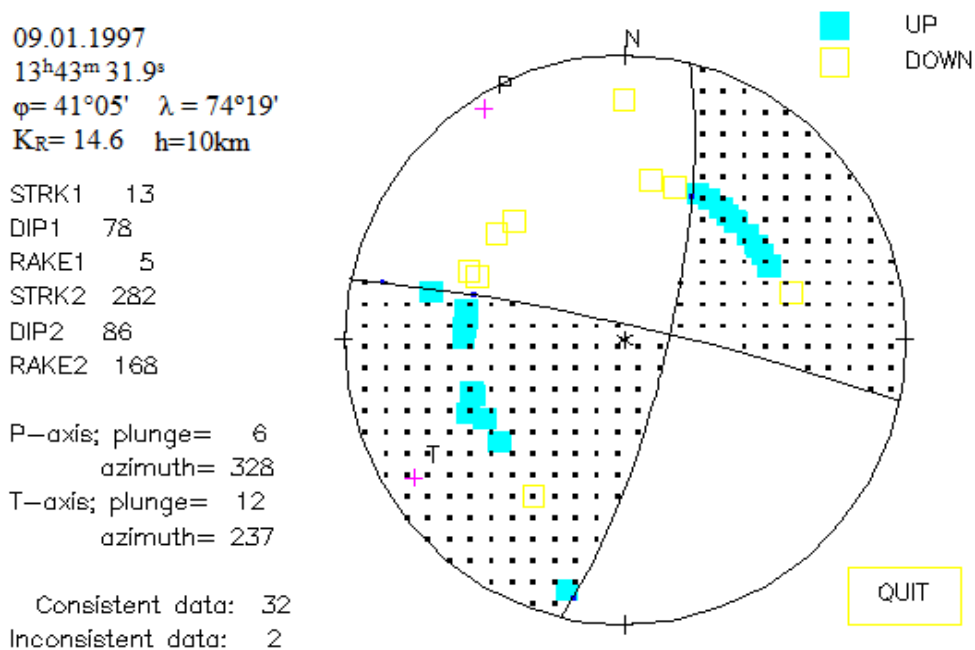


Рис. 1. Стереограмма механизма очага землетрясения 9 января 1997 г. (глубина очага $h = 20$ км, энергетический класс $K_R = 14.6$, магнитуда $M = 5.9$).

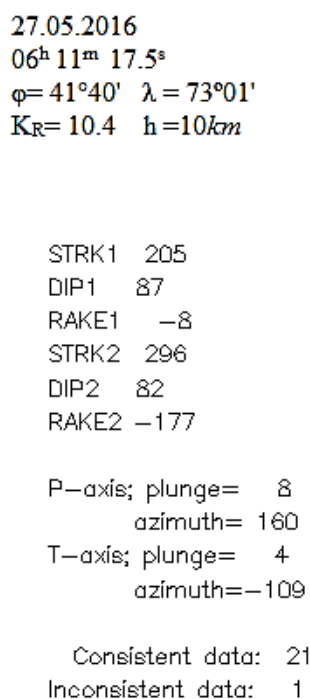


Рис. 2. Стереограмма механизма очага землетрясения 27 мая 2016 г. ($h = 10$ км, энергетический класс $K_R = 10.4$, магнитуда $M = 3.5$)

Фокальный механизм этого землетрясения определён в массовой обработке данных по знакам первых вступлений Р-волн. Использована известная модель

точечного источника Хонда-Введенской. Знаки Р-волн собраны из 22 сейсмических станций региона (рис.3). Из рис. 3 видно, что эпицентр землетрясения достаточно хорошо окружён сейсмическими станциями. На рис. 4 приведены цифровые записи этого землетрясения.

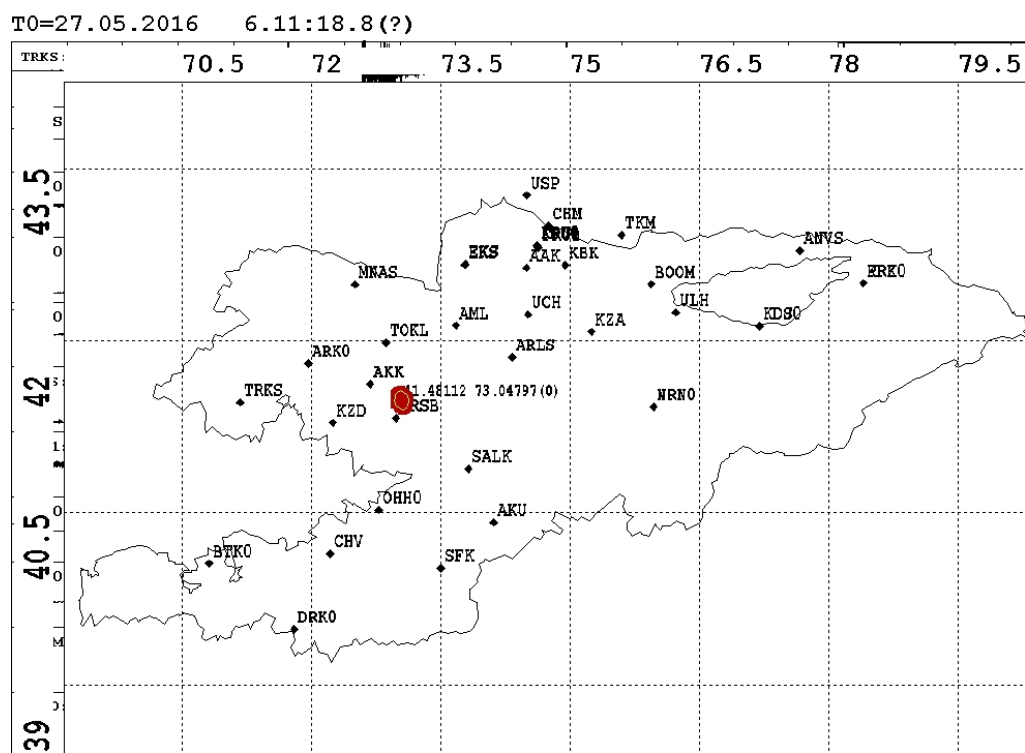


Рис. 3. Расположение эпицентра (объект красного цвета) землетрясения 27 мая 2016 года, для которого предстоит определить его механизм очага.

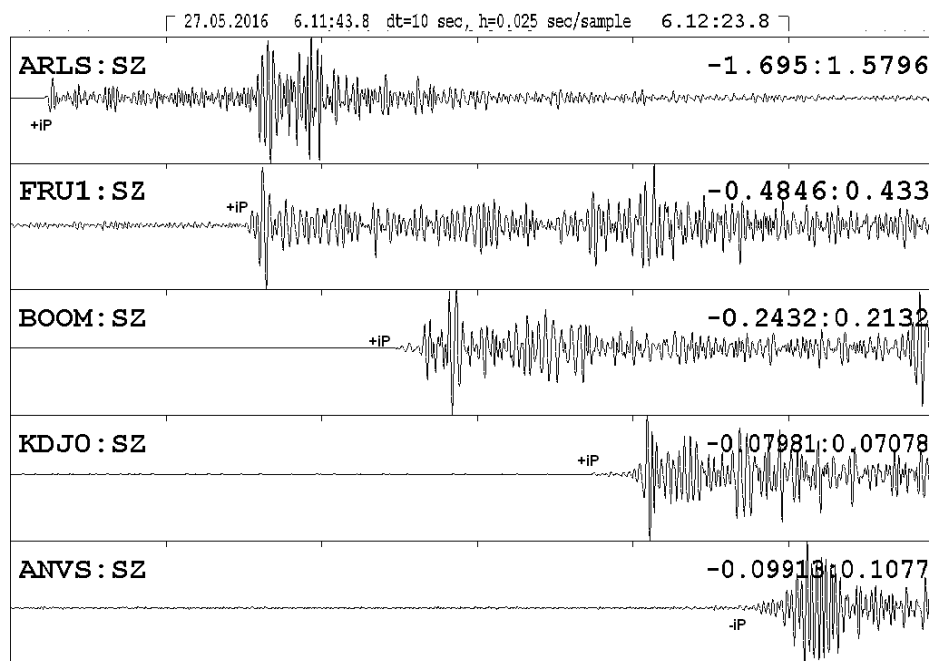


Рис. 4. Цифровые сейсмические записи по станциям «Арал» (ARLS), «Фрунзе» (FRU1), «Боом» (BOOM), «Каджи-Сай» (KDJ), «Ананьево» (ANVS). Землетрясение

27.05.2016 г. его энергетический класс $K=10.4$, глубина очага $h=10$ км, географические координаты $\phi=41^{\circ}40'$ и $\lambda=73^{\circ}01'$, время в очаге $t=06-11-17.5$.

Из рис. 2 видно, что одна из нодальных плоскостей ($\text{strike}=296^{\circ}$) совпадает по простиранию с направлением плоскости разлома. По этой плоскости происходит правосторонний сдвиг. Она имеет вертикальный характер ($\text{dip}=82^{\circ}$) и падает на северо-восток. Другая нодальная плоскость перпендикулярна к первой. Вектор оси главных напряжений сжатия ориентирована в близмеридиональном направлении (160°) и лежит в горизонтальной плоскости. Ось главных напряжений растяжения (251°) имеет также горизонтальный характер. При таком напряженном состоянии в очаге произошел «сдвиговый» тип деформации по простиранию.

Анализ механизмов очагов 100 землетрясений ($M \geq 3.3$), выбранных из каталога [1], произошедших в районе Таласо-Ферганского разлома показал, что в очагах исследованных нами землетрясений, в основном, произошли «сдвиговые» типы подвижек по простиранию, что характерно для Таласо-Ферганского разлома.

На рис. 5 представлена схематичное распределение сейсмичности с механизмами очагов некоторых сильных землетрясений в районе известного Таласо-Ферганского разлома.

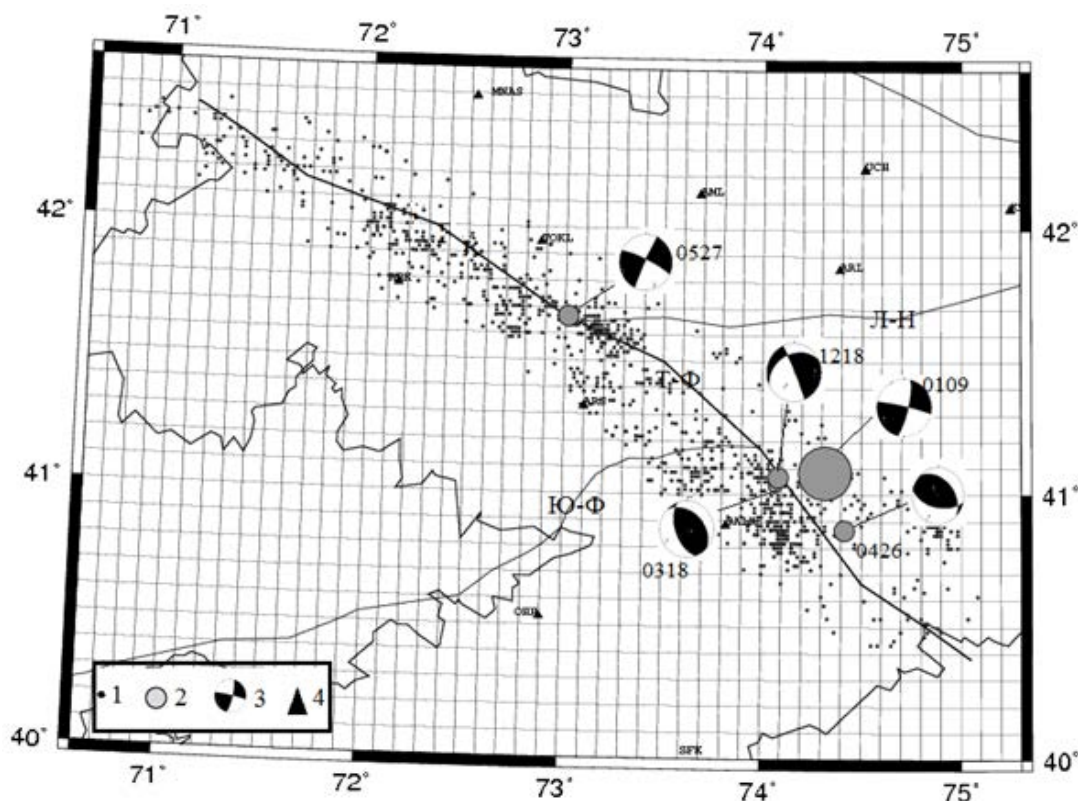


Рис. 5. Распределение эпицентров более 1000 землетрясений ($M \geq 2.2$) за 20 лет (1997-2017 гг.) и механизмы очагов некоторых сильных событий за 2016 г. 1-эпицентры, 2-эпицентры, для которых определён механизм очага, 3-стереограмма фокального механизма (цифры- месяц и число), 4-сейсмическая станция. На линии показаны название разломов: Т-Ф –Таласо-Ферганский, Л-Н-линия Николаева, Ю-Ф-Южно-Ферганский.

Из рис. 5 видно, что эпицентры слабых землетрясений распределяются по зоне Таласо-Ферганского разлома неравномерно. Они, в основном, скапливаются на

пересечениях указанного разлома с другими разломами – в основном они группируются в местах переченя разломов (с «линией Николаева», Карадарьинским и др. разломами). Это говорит о том, что в этих местах наблюдается накопление тектонических напряжений.

Фокальные механизмы землетрясений дают представление о кинематике тектонических деформаций.

Заключение

На основе проведённых исследований можно сделать следующие выводы:

1. Выявлены особенности между фокальными механизмами землетрясений и направлениями тектонических движений по Таласо-Ферганскому разлому Тянь-Шаня. Направления векторов подвижек по плоскостям разрывов в очагах исследованных землетрясений в большинстве случаев указывают сдвиговые движения по простиранию.
2. Сдвиг по простиранию характеризуется близгоризонтальным близмеридиональным сжатием и близгоризонтальным близширотным растяжением.
3. По мере накопления сейсмологических, геолого-геофизических данных нужно провести дальнейшие исследования в этом направлении.

Литература

1. Муралиев А.М., Малдыбаева М.Б., Абдыраева Б.С. Краткое описание технологии создания информационной базы данных о фокальных механизмах землетрясений Кыргызстана. //Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. XI Международная сейсмологическая школа. –Бишкек: ИС РАН, 2016. С. 102-108.
2. Лемзин И.Н. Разломы Кыргызской части Тянь-Шаня. –Бишкек: Илим, 2005. - 60 с.
3. Сейсмическое районирование Киргизской ССР (Объяснительная записка к новой карте сейсмического районирования Киргизии масштаба 1:2 500 000). Фрунзе. Изд-во «Илим». 1977. -53 с.
4. Фролова А.Г., Шукурова Ы.- К вопросу классификации активных разломов по уровню сейсмичности. // «Вестник ИС НАН КР». 2014. №3. – с. 138-148.
5. Беленович Т.Я. Динамика земной коры зоны Таласо-Ферганского разлома по данным о механизмах очагов землетрясений//Геологическое строение и сейсмичность Токтогульского и Фрунзенского полигонов. Фрунзе. Илим. 1988. –с. 23-27.
6. Геодинамика Таласо-Ферганского разлома Тянь-Шаня и стихийные бедствия на территории Центральной Азии. Мамыров Э., Корженков А.М. и др. Бишкек. «Арашан Дом Печати», 2009. 230 с.

Рецензент: д-р г.-мин. наук Кендирбаева Дж. Ж.