

УДК 550.34

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

МЕХАНИЗМ ОЧАГА ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ 6 НОЯБРЯ 2020 ГОДА ($K_R=12.4$) НА ТЕРРИТОРИИ БАТКЕНСКОЙ ОБЛАСТИ.

Аннотация. В статье представлены результаты изучения механизма очага (МО) землетрясений 6 ноября 2020 года с энергетическим классом $K_R=12.4$, произошедших на территории Баткенской области. Представлено решение механизма очага. Деформация подвижек в очагах характеризуется надвиговым типом.

Ключевые слова: механизм, эпицентр, землетрясение, главный толчок, фокальный механизм, стереограмма, нодальная плоскость, оси главных напряжений.

БАТКЕН ОБЛУСУНУН АЙМАГЫНДА 2020 ЖЫЛДЫН 6 НОЯБРДА БОЛГОН ЖЕР ТИТИРӨӨНҮН ($K_R=12.4$) ОЧОГУНУН МЕХАНИЗМИ

Кыскача мазмуну. Макалада Баткен облусунун аймагында 2020 жылдын 6 ноябрда энергетикалык классы $K_R=12.4$ болгон жер титирөөнүн очогунун механизмин изилдөөнүн жыйынтыктары келтирилген. Очоктун механизми иштелип аныкталган. Очоктордогу кыймылдардын деформациясы өсүү (өйдө көтөрүлүү) түрү менен мүнөздөлөт.

Негизги сөздөр: механизм, эпицентр, жер титирөө, негизги сокку, фокалдык механизм, стереограмма, нодалдык тегиздик, башкы чыңалуу октору.

THE MECHANISM OF THE EARTHQUAKE ON NOVEMBER 6, 2020 ($K_R=12.4$) ON THE TERRITORY OF THE BATKEN REGION

Abstract. The article presents the results of study the mechanism of the earthquake source on November 6, 2020 with an energy class $K_R=12.4$, which occurred on the territory of the Batken region. The solution of the hearth mechanism is presented. The deformation of the movements in the hearth is characterized by the thrust type

Keywords: mechanism, epicenter, earthquake, main shock, focal mechanism, stereogram, a nodal plane, principal stress axes.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В качестве исходных данных использованы знаки чётких первых вступлений Р-волн, которые сняты с записей цифровых станций сети KNET (НС РАН) и KRNET (ИС НАН КР): с начала переведена скорость в смещение, затем сняты знаки Р-волн. Изучение (МО) землетрясений Баткенской области было затруднено из-за отсутствия всех необходимых материалов, так как в настоящее время нет данных из Узбекистана и Таджикистана. Определение МО землетрясений выполнено по методике А.В. Введенской [1]. С помощью компьютерных программ «Source mechanism» [2] и «FPFIT» [3] построена стереограмма фокального механизма для этого изучаемого землетрясение.

РЕЗУЛЬТАТЫ

6 ноября 2020 г. в 07^h38^m произошло землетрясение в Баткенской области в 10 км к северо-востоку от пгт Кадамжай, на границе Узбекистана и Кыргызстана. Для этого землетрясения имеется 5 решений механизма очага (таблица 1), рассчитанные по методу А.В. Введенской [1]. Полученные с помощью программ «Source mechanism» [2] и

«FPFIT» [3] решения близки по своим значениям с тензором момента Гарвардского Университета США (GCMT) по методу тензора момента в Национальном центре информации о землетрясениях США (NEIC1) и (NEIC2) (рисунок 1). Землетрясение произошло под действием несколько превалирующих ($PL_P=22^\circ, 14^\circ, 12^\circ, 29^\circ, 31^\circ$ вместо $PL_T=60^\circ, 75^\circ, 68^\circ, 58^\circ, 59^\circ$) сжимающих напряжений, ориентированных на северо-запад ($AZM_P=295^\circ, 318^\circ, 317^\circ, 309^\circ, 296^\circ$). В этих решениях получены крутые плоскости разрыва: DP от 14° до 70° . Тип движения в очаге по обоим методам и обеим плоскостям-надвиг по GCMT и совсем незначительными - по NEIC. Одна из нодальных плоскостей в близмеридиональном ($STK1=25^\circ$) направлении по GCMT, другая – юго-западном направлении ($STK2=242^\circ$), и близширотна ($STK1=70^\circ$) по GCMT, другая – близмеридиональна ($STK2=208^\circ$) – по NEIC.

Исходными данными служили знаки первых вступлений продольных Р-волн, записанных 18 станциями на расстояниях $\Delta = 80-610$ км в широком азимутальном окружении. По записям 12 сейсмостанций определён знак вступления «+», остальные 6 станций дали «-». Результаты решения показаны в таблице 1. На стереографической проекции (нижняя полусфера) знаки сжатия и разряжения уверенно разделились нодальными плоскостями. Решение по программе «Source mechanism» [2]: ось напряжения сжатия в очаге направлена на северо-запад. Азимут 318° и угол - 14° , ось напряжения-растяжения направлена на юго-восток. Азимут 147° и угол - 75° . Ось промежуточного напряжения ориентирована на юго-запад. Азимут 48° и угол составляет 3° . Азимут простирания первой нодальной плоскости $STK1=45^\circ$, угол падения $DP1=31^\circ$, угол скольжения $SLIP1=86^\circ$. Азимут простирания второй нодальной плоскости $STK2=230^\circ$, угол падения $DP2=59^\circ$, угол скольжения $SLIP2=93^\circ$. Подвижка в очаге землетрясения - «надвиг» (рисунок 1). Данные по GCMT – «надвиг», NEIC1 – «взброс» и NEIC2 – «взброс» [5].

На рисунке 1 представлено решение механизма очага в различных вариантах, где видно, что сейсмический толчок произошёл в вертикальном направлении.

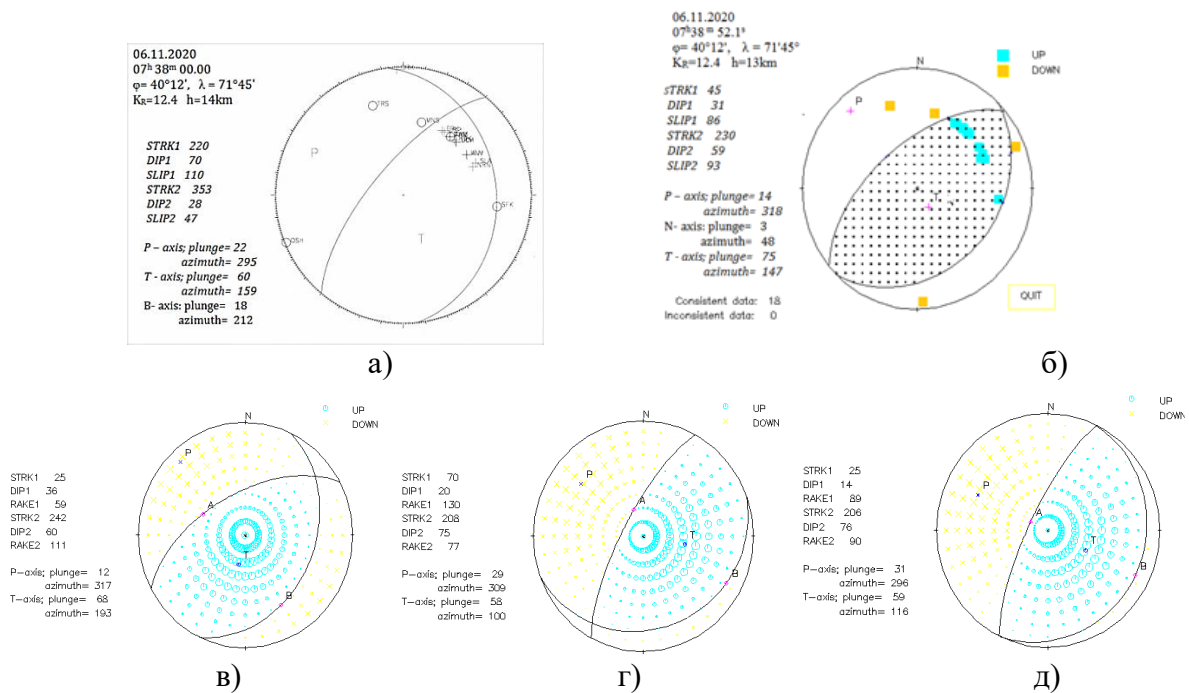


Рисунок 1. Стереограмма механизма очага землетрясения 6 ноября 2020 г., глубина $h=14$ км, энергетический класс $K_R=12.4$, время в очаге $t_0=07^h38^m00.0^s$, координаты $\varphi=40^\circ12'$; $\lambda=71^\circ45'$. Показаны: а) и б) - данные ИС НАН КР; в) - GCMT; г) – NEIC1; д) - NEIC2.

Таблица 1. Параметры механизма очагов землетрясений, произошедших 6 ноября 2020 г. по данным пяти источников (FPFIT, Source mechanism, GCMТ, NEIC1 и NEIC2).

Дата	Время	Оси главных напряжений						Нодальные плоскости					
		T		N		P		NP1			NP2		
		PL	AZM	PL	AZM	PL	AZM	STK	DP	SLIP	STK	DP	SLIP
06.11.2020	07-38	60	159	18	212	22	295	220	70	110	353	28	47
06.11.2020	07-38	75	147	3	48	14	318	45	31	86	230	59	93
06.11.2020	07-38	68	193	18	50	12	317	25	36	59	242	60	111
06.11.2020	07-38	58	100	12	212	29	309	70	20	130	208	75	77
06.11.2020	07-38	59	116	1	27	31	296	25	14	89	206	76	90

Для изучения этого землетрясения произведена выборка из каталога землетрясений Кыргызстана (ИС НАН КР). За этот период (12.03.2020 г. по 26.12.2020 г.) количество землетрясений с $K_R = 6.0 - 12.0$ составило 16 событий (с координатами $\varphi=39^{\circ}30' \div 41^{\circ}00'$ с. ш., $\lambda=71^{\circ}00' \div 72^{\circ}30'$ в. д.). Очаги этих землетрясений расположены в земной коре на глубинах от 9 до 23 км. В таблице 2 представлен каталог землетрясений, а на рисунке 2 даны распределения землетрясений по энергетическим классам с $K_R=6.0-12.0$. На рисунке 3 показана карта эпицентров землетрясений с $K_R=6.0-12.0$ за 2020 г. Из этих землетрясений для примера представлены механизмы очагов (МО) 5 событий. В таблице 3 приведён каталог механизмов очагов землетрясений. Подвижка в очаге землетрясения (29.03.2020 г.) - «взброс по крутой плоскости или сдвиг по пологой», (08.09.2020 г.) - «сдвига-надвиг», (09.11.2020 г.) – «взброс по крутой плоскости или сдвиг по пологой», (12.11.2020 г.) – «сдвига-сброс» и (26.12.2020 г.) – «сдвига-надвиг».

Таблица 2. Каталог эпицентров землетрясений по энергетическим классам с $K_R=6.0-12.0$, 2020 год.

Date	Time	Lat	Long	h, глубина	К, класс	М _{рв} , магнитуда
12.03.2020	21-54	40°10'	71°56'		6.6	2.5
29.03.2020	10-04	40°03'	71°58'	16	7.5	3.0
08.04.2020	20-04	40°10'	71°46'	12	7.3	2.8
26.04.2020	17-12	40°21'	71°40'	17	7.1	2.7
16.05.2020	21-21	40°06'	71°34'	14	6.6	2.7
16.05.2020	22-39	40°00'	71°33'	23	7.0	2.5
31.05.2020	10-52	40°15'	71°52'	20	6.7	2.6
10.06.2020	04-45	40°11'	71°48'	13	7.0	2.6
20.06.2020	05-08	40°22'	72°00'	9	6.8	2.5
16.07.2020	19-06	40°07'	71°35'	21	6.6	2.4
05.09.2020	04-02	40°16'	71°43'	13	6.9	2.6
08.09.2020	15-04	40°11'	71°41'	21	8.3	3.6
06.11.2020	07-38	40°12'	71°45'	13	12.4	5.4
09.11.2020	02-01	40°09'	71°39'	17	6.9	2.6
12.11.2020	06-29	40°26'	71°58'	12	7.4	2.9
26.12.2020	10-28	40°14'	71°43'	11	11.9	5.3

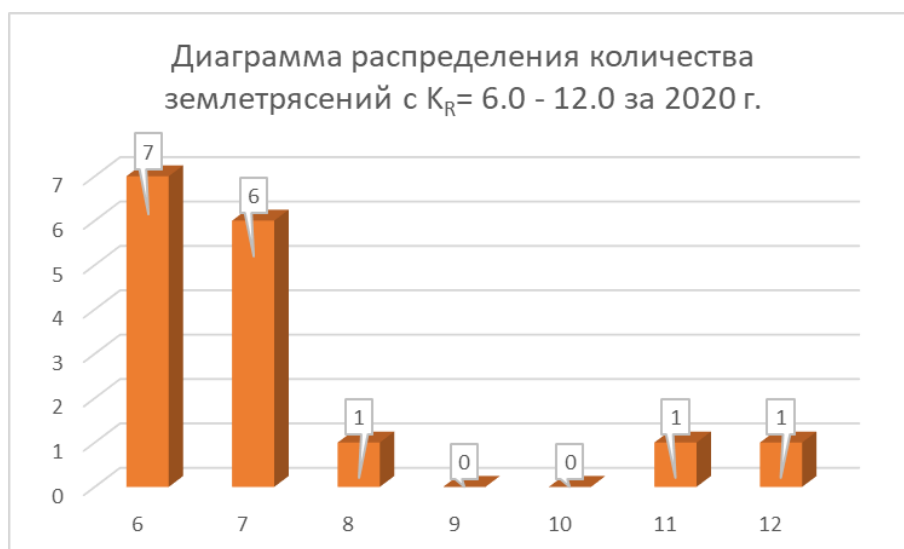


Рисунок 2. Распределение землетрясений по энергетическим классам с $K_R=6.0-12.0$, 2020 год.

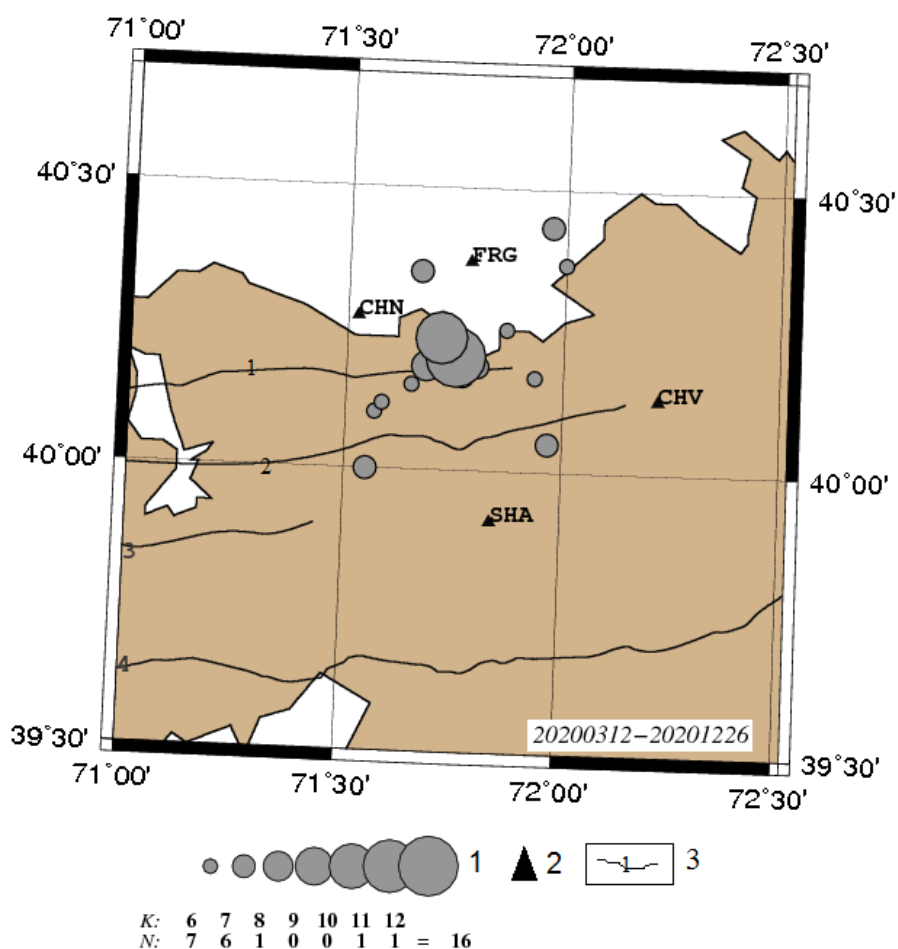


Рисунок 3. Карта эпицентров землетрясений с $K_R = 6.0 - 12.0$ за 2020 г. Условные обозначения: 1 - очаги землетрясений; 2 - сейсмостанция; 3 - разломы: Сулюктинский (1), Северо-Катранский (2), Северо-Хайдарканский (3), Туркестан-Алайский (4) [7].

Таблица 3. Параметры механизмы очагов 5 землетрясений 2020 г.

Дата	Время	Оси главных напряжений						Нодальные плоскости					
		T		N		P		NP1			NP2		
		PL	AZM	PL	AZM	PL	AZM	STK	DP	SLIP	STK	DP	SLIP
29.03.2020	10-04	44	165	10	65	22	325	65	90	-100	335	10	0
08.09.2020	15-04	31	66	58	235	5	333	105	65	160	204	72	26
09.11.2020	02-01	24	118	28	193	51	241	5	75	-120	251	33	-28
12.11.2020	06-29	19	350	41	241	42	99	125	45	-20	229	76	-133
26.12.2020	10-28	53	40	36	206	6	302	65	50	140	183	61	48

В заключение отметим, что исследуемое землетрясение с энергетическим классом $K_R = 12.4$ (6 ноября 2020 года) произошло в результате воздействующих тектонических сил, функционирующих в земной коре в близмеридиональном, близгоризонтальном сжатии и вертикальном растяжении. Очаг землетрясения приурочен к Сулюктинскому разлому, очаги слабых землетрясений – к Северо Катранскому разлому. Из рисунка 3 видно, что расположение эпицентров землетрясений протянуто вкост геологических структур (Сулюктинского и Северо-Катранского разломов) [7]. Очаги этих землетрясений, как правило, отражают тектонические движения по разломам, которые простираются в близширотном направлении. Изучение механизма очага землетрясения позволило сделать вывод, что в очаге произошла подвижка «надвигового» типа, в очагах 5 землетрясений – «взброс по крутой плоскости или сдвиг по пологой», «сдвиг-надвиг», «взброс по крутой плоскости или сдвиг по пологой», «сдвиг-сброс» и «сдвиг-надвиг» (таблица 3). Такое локальное движение в очагах исследуемого землетрясения может быть связано со сложной тектонической деформацией структур в районе Баткенской области [7].

ЛИТЕРАТУРА

1. Введенская А.В. Исследование напряжений и разрывов в очагах землетрясений при помощи теории дислокации. М.: Наука. 1960.-136 с.
2. Suetsugu D. Source Mechanism. ISEE Lecture note Global Course, Tsukuba, Japan. 1998. 103 pp.
3. Reasenber P.A. and Oppenheimer D. FPFIT, FPLOT and FPPAGE:Fortran computer programs for calculating and displaying earthquake fault-plaue solutions. Open-file report 85-739. Menlo Park, California, 1985. -109 p.
4. Global CMT catalog –[Электронный ресурс]- <http://www.globalcmt.org/CMTsearch.html>
5. Муралиев А.М., Малдыбаева М.Б., Абдыраева Б.С. и др. «Оценка сейсмической опасности территории Баткенской области Кыргызской Республики». Отчёт лаб. ПЗ. Фонды ИС НАН КР, Бишкек. 2021. С.-15-16.
6. Абдыраева Б.С., Муралиев А.М., Малдыбаева М.Б., Жолбулакова А.Т. «Механизм Очага главного толчка и афтершоков землетрясения 2 марта 2010 года (M=4.8) в районе Боомского ущелья, Кыргызстан» Вестник Института сейсмологии НАН КР. - 2013. - №2. - С.9-12.
7. Чедия О.К., Трофимов А.К., Абдрахматов К.Е. и др. - Карта новейших краевых разломов и линеаментов Киргизской ССР. 1988 г.
8. Муралиев А.М., Малдыбаева М.Б., Абдыраева Б.С. и др. «Оценка сейсмической опасности территории Баткенской области Кыргызской Республики». Отчёт лаб. ПЗ. Фонды ИС НАН КР, Бишкек. 2022. С.-10-11.

Рецензент: д. ф.-м. н., профессор Токтосаипов А.М