

**ГРУППОВЫЕ МЕХАНИЗМЫ АФТЕРШОКОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ НУРА**

**5 октября 2008 г. с  $K_p=15.4$ ,  $M_w=6.7$ ,  $I_0=8$  (Кыргызстан)**

**Б.С. Абдыраева, А.М. Муралиев, М.Б. Малдыбаева, А. Жолбулакова**

*Институт сейсмологии НАН Республики Кыргызстан, г. Бишкек, [kis@mail.elkat.kg](mailto:kis@mail.elkat.kg)*

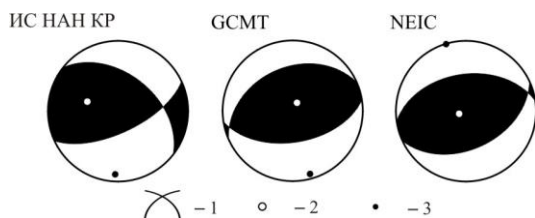
В данной статье приведен механизм очага главного толчка, который определен по первым вступлениям *P*-волн на 25 станциях региональной сети. Кроме того, приведены механизмы очагов восьми сильных ( $K_p \geq 10.6$ ) афтершоков, сгруппированных по парам.

**Решение механизма очага главного толчка** землетрясения Нура 5 октября 2008 г. приведено в табл. 1 по данным Института сейсмологии НАН Кыргызской Республики (ИС НАН КР). Определены знаки первых вступлений *P*-волн на 25 сейсмических цифровых станциях. Записи первых вступлений *P*-волн в большинстве случаев четкие. Из них 19 сейсмических станций дали знак «+», 6 станций – знак «-».

**Таблица 1.** Параметры механизма очага землетрясения 5 октября 2008 г. в  $15^h52^m$  с  $M_w=6.7$  по данным различных сейсмологических агентств

Агент-ство	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	$h$ , км	Магнитуды			$K_s$	Оси главных напряжений						Нодальные плоскости						Ис-точ-ник
				$M_w$	$M_S$	$M_s$		<i>T</i>		<i>N</i>		<i>P</i>		<i>NP1</i>			<i>NP2</i>			
								<i>PL</i>	<i>AZM</i>	<i>PL</i>	<i>AZM</i>	<i>PL</i>	<i>AZM</i>	<i>STK</i>	<i>DP</i>	<i>SLIP</i>	<i>STK</i>	<i>DP</i>	<i>SLIP</i>	
ИС НАН КР	05.10	15 52 46.6	40		6.9	6.9	15.4	52	287	35	84	11	183	65	65	50	308	46	144	[1, 2]
GCMТ	05.10	15 53 0.0	12	6.7				79	29	7	255	7	164	81	53	99	246	38	78	[3, 4]
NEIC	05.10	15 52 49.4		6.6				81	249	8	73	0	343	65	45	78	262	46	102	[3]

Из табл. 1 следует, что ось напряжения сжатия в очаге направлена на юг, азимут  $183^\circ$  и угол с горизонтом составляет  $11^\circ$ ; ось напряжения растяжения направлена на запад-северо-запад ( $287^\circ$ ) и составляет угол  $52^\circ$ . Ось промежуточного напряжения ориентирована на восток ( $84^\circ$ ) и составляет угол  $35^\circ$ . Простираение нодальной плоскости *NP1* восток-северо-восточное ( $STK_1=65^\circ$ ), угол падения составляет  $DP_1=65^\circ$ , угол скольжения –  $SLIP_1=50^\circ$ . Вторая нодальная плоскость *NP2* простирается на северо-запад ( $STK_2=308^\circ$ ), угол падения составляет  $DP_2=46^\circ$ , угол скольжения –  $SLIP_2=144^\circ$ . В очаге землетрясения движение по более крутой плоскости *NP1* типа взброс с компонентами левостороннего сдвига, по менее крутой плоскости *NP2* – скорее надвиг с элементами взброса [2]. Стереодиаграмма этого решения приведена на рис. 1.



**Рис. 1.** Стереодиаграммы механизма очага землетрясения Нура 5 октября 2008 г. с  $M_w=6.7$  в проекции нижней полусферы

1 – нодальные линии; 2, 3 – оси главных напряжений сжатия и растяжения соответственно; зачернена область волн сжатия.

В табл. 1 и на рис. 1 представлены также параметры механизма главного толчка в решениях GCMТ и NEIC [3]. Согласно этим решениям подвижка в очаге практически чистый взброс по обеим нодальным плоскостям с минимальными компонентами правостороннего сдвига по *NP1* в решении GCMТ и левостороннего – в решении NEIC. Для плоскости *NP2*, наоборот, – взброс с компонентами левостороннего сдвига в решении GCMТ и с компонентами правостороннего сдвига в решении NEIC.

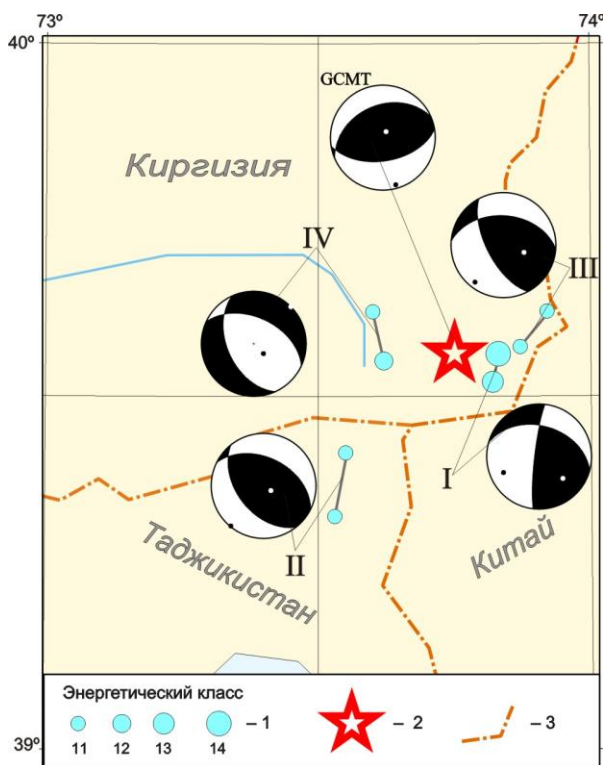
Все региональные расчеты механизмов очагов главного события и афтершоков, происшедших в очаговой зоне землетрясения Нура, проводились по методике А.В. Введенской [5],

основанной на знаках смещений в первых вступлениях *P*-волн. Использовались сейсмограммы юго-западных станций региональной сети, телеметрических станций и бюллетени. Однако более согласованный результат наблюдается по длиннопериодным оценкам тензора сейсмического момента, полученным в Колумбийском университете [4].

**Афтершоки.** В данной статье представлены результаты определения механизма очагов 8 сильных афтершоков землетрясения Нура, сгруппированных по парам (табл. 2, рис. 2). Сильные афтершоки проявлялись вблизи очага главного толчка [6].

**Таблица 2.** Основные параметры главного толчка и афтершоков землетрясения 5 октября 2008 г. в 15<sup>h</sup>52<sup>m</sup> с  $M_w=6.7$

№ группы	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	Эпицентр		$h$ , км	$M_s$	$K_p$	Станции и знаки
			$\varphi^\circ$ , N	$\lambda^\circ$ , E				
Основной толчок								
	05.10	15 52 46.6	39.56	73.75	40	6.9	15.4	
Афтершоки								
I	05.10	16 11 10.4	39.56	73.83	35	6.2	14.5	CHM+i, ERK-i, ALM-i, KZA+i, TKM+i, KBK+i, AAR+i, UCH+i, ULH+i
	05.10	18 27 36.4	39.52	73.82		4.6	12.6	BTK-i, TRS-i, SFK+i, CHM+i, ERK+i, USP+i, ALM-i, TKM+i, KBK+i, AAR+i, ULH+i
II	05.10	16 52 55.2	39.42	73.55			11.5	CHM-i, ERK+i, ALM-i, USP-i, KZA-i, TKM+i, KBK-i, AAR-i, ULH-i
	05.10	17 33 48.9	39.33	73.53			10.6	BTK+i
III	06.10	00 46 21.1	39.62	73.92			10.8	BTK+i, TRS+i, KRM+i, MNS+i, CHM-i, ERK-i, ALM-i, USP+i, KZA+i, TKM+i, KBK-i, AAR-i, ULH+i
	06.10	00 50 49.2	39.57	73.87			11.2	BTK-i
IV	06.10	07 27 49.1	39.62	73.60		3.0	10.7	TRS-i, NRN+i, ERK+i, MNS-i, KRM-i, SLA-i, OSH-i, KZD-i, BTK+i
	06.10	07 50 29.4	39.55	73.62		3.9	11.8	BTK-i, CHM+i, ERK+i, ALM+i, USP+i, KZA+i, TKM+i, KBK+i, AAR+i, ULH+i



**Рис. 2.** Карта эпицентров исследуемых групп афтершоков землетрясения Нура

1 – энергетический класс  $K_p$ ; 2 – инструментальный эпицентр; 3 – государственная граница.

Промежутки времени между этими афтершоками с 5 октября по 6 октября 2008 г. составляли от 30 минут до 1 часа, между остальными афтершоками – от нескольких часов до 1.5 суток. После этого сильные ( $K_p \geq 10.6$ ) афтершоки проявлялись периодически через 5–10 суток. До конца 2008 г. в эпицентральной области основного события были зарегистрированы несколько повторных толчков с энергетическим классом  $K_p \geq 10.6$ –14.5. Параметры их групповых механизмов очагов даны в (табл. 3).

Таблица 3. Параметры механизмов очагов четырех групп афтершоков землетрясения Нура

№ группы	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	$h$ , км	Магнитуды		$K_S$	Оси главных напряжений						Нодальные плоскости					
				$M_s$	$m_b$		T		N		P		NP1			NP2		
							PL	AZM	PL	AZM	PL	AZM	STK	DP	SLIP	STK	DP	SLIP
1	05.10	16 11 10.4	5		5.5	14.5	38	133	41	1	26	246	285	41	11	187	83	131
	05.10	18 27 36.4	5	4.6	5.0	12.6												
2	05.10	16 52 55.2	5	4.9	4.5	11.5	76	124	14	310	1	220	296	45	71	143	48	108
	05.10	17 33 48.9	5		4.2	10.6												
3	06.10	00 46 21.1			4.2	10.8	56	109	31	316	12	218	274	43	40	153	64	126
	06.10	00 50 49.2			4.4	11.2												
4	06.10	07 27 49.1	8	3.0	4.0	10.7	0	225	22	314	69	135	295	49	-19	155	49	-61
	06.10	07.50 29.4	5	3.9	4.6	11.8												

Рассмотрим их подробно.

В очагах I-й группы несколько преобладают напряжения сжатия, т.к.  $PL_P=26^\circ < PL_T=38^\circ$ . Напряжения сжатия ориентированы на запад ( $246^\circ$ ), напряжения растяжения – на юг–юго-восток ( $133^\circ$ ). Эта система напряжений обеспечила по близвертикальной ( $83^\circ$ ) плоскости NP2 взброс с компонентами правостороннего сдвига, по наклонной ( $41^\circ$ ) плоскости NP1 – левосторонний сдвиг с компонентами надвига.

В очагах II-й группы напряжения сжатия явились определяющими, т.к. они горизонтальны ( $PL_P=1^\circ$ ). Ориентированы они на юго-запад ( $220^\circ$ ), в то время как напряжения растяжения очень крутые ( $PL_T=76^\circ$ ) и ориентированы на юго-восток. В этих условиях в очаге возникла подвижка типа чистый взброс по почти равнонаклонным ( $DP_1=45^\circ$ ,  $DP_2=48^\circ$ ) плоскостям.

Как и в двух предыдущих случаях, в очагах афтершоков III-й группы более значимы напряжения сжатия, т.к.  $PL_P=12^\circ < PL_T=56^\circ$ . Подвижка по крутой плоскости NP2 типа взброс с компонентами правостороннего сдвига, по наклонной плоскости NP1 – левосторонний сдвиг с компонентами надвига.

Как видим, группы I–III, локализованные южнее и восточнее главного толчка (рис. 2), имеют похожие условия в их очагах, т.к. оси сжатия ориентированы с малым разбросом ( $AZM_P$ :  $246^\circ$ ,  $220^\circ$  и  $218^\circ$ ), равно как и оси растяжения ( $AZM_T$ :  $133^\circ$ ,  $124^\circ$  и  $109^\circ$ ). Поэтому сходны движения в очагах: чистый взброс во II-й группе, почти чистый взброс в III группе и взброс с заметными компонентами сдвига – в I-й группе.

Однако в IV-й группе афтершоков, локализованных к западу от главного толчка, система напряжений резко отличается от остальных. Здесь абсолютно горизонтально ( $PL_T=0^\circ$ ) напряжения растяжения, тогда как напряжение сжатия имеет большой угол ( $69^\circ$ ) с горизонтом. Поэтому в очагах IV-й группы афтершоков произошел нормальный сброс с очень незначительными сдвиговыми компонентами, правосторонними по NP1 и левосторонним – по NP2.

Подводя итоги, можно отметить, что движения в очагах большей части афтершоков подобны таковым в очаге главного землетрясения – взбросы с небольшими сдвиговыми компонентами. В то же время есть небольшая часть афтершоков со сбросовыми подвижками.

## Л и т е р а т у р а

1. Джанузаков К.Д. (отв. сост. по региону), Шукурова Ы.Б. (Кыргызстан), Калмыкова Н.А. (Казахстан), Холикова М.А. (Узбекистан), Соколова Н.П., Сопиева К., Шипулина С.А., Проскурина Л.П., Ульянина И.А., Гайшук Л.Н., Тулегенова М.К., Джалилова С.С. Каталог землетрясений Центральной Азии за 2008 г. ( $N=911$ ). (См. Приложение к наст. сб. на СД).

2. Муралиев А.М. (отв. сост.), Малдыбаева М.Б., Абдыраева Б.С., Турумбекова Н.К., Полешко Н.Н., Каймачникова Н.И. Каталог механизмов очагов землетрясений Центральной Азии за 2008 г. ( $N=95$ ). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
3. **Bulletin of the International Seismological Centre for 2008.** – Thatcham, United Kingdom: ISC, 2010. – URL: <http://www.isc.ac.uk/iscbulletin/search/bulletin/>.
4. **Global CMT catalog** – [Электронный ресурс] – <http://www.globalcmt.org/CMTsearch.html>.
5. Введенская А.В. Исследование напряжений и разрывов в очагах землетрясений при помощи теории дислокаций. – М.: Наука, 1969. – 136 с.
6. Абдрахматов К.Е., Омуралиев М., Ормуков Ч. Землетрясение Нура 5 октября 2008 г. с  $K_p=15.4$ ,  $M_w=6.7$ ,  $I_0=8$  (Кыргызстан). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).