

ТОРАЙГЫР-СОГЕТИНСКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 30 мая 2012 г.**с $K_p=14.2$, $MS_{\text{per}}=5.0$, $Mw_{\text{GCMT}}=5.4$, $I_0=6$ (Северный Тянь-Шань, Казахстан)****М.О. Гессель¹, Н.П. Неверова¹, Р.А. Гашимов¹, М.С. Хайдаров¹,****А.Р. Жданович², Н.В. Силачёва²**¹ТОО «Сейсмологическая опытно-методическая экспедиция» МОН РК,
г. Алматы, Казахстан, m_gessel@mail.ru²ТОО «Институт Сейсмологии» МОН РК, г. Алматы, Казахстан seismology@seismology.kz

Аннотация. Представлены результаты инструментальных и макросейсмических наблюдений Торайгыр-Советинского землетрясения 30 мая 2012 г. с $K_p=14.2$, $MS=5.0$, $Mw=5.4$, $I_0=6$. Землетрясение произошло на территории Энбекшиказахского района Алматинской области на расстоянии 154 км на северо-восток от г. Алматы. Эпицентр землетрясения расположен в южной части Советинской впадины к северу от Торайгырского поднятия. Приведены карта изосейст, параметры механизмов очага. Описан афтершоковый процесс, проиллюстрированы фотографиями повреждения зданий в зоне максимальных сотрясений. Приведены сотрясения грунта на территории г. Алматы, зарегистрированные сетью сильных движений.

Abstract. The results of instrumental and macroseismic observations of the Toraigr-Szegetinsky earthquake on May 30, 2012 with $K_p=14.2$, $MS=5.0$, $Mw=5.4$, $I_0=6$ are presented. The earthquake occurred on the territory of Enbekeshkazakh district of Almaty region at a distance of 154 km to the northeast from Almaty. The epicenter of the earthquake is located in the southern part of the Sogetinsk depression to the north of the Toraigr uplift. The isoseism map, the parameters of the focus mechanisms are presented. The aftershock process is described, photographs illustrated of damage to buildings in the zone of maximum concussions. A network of strong movements records concussions of the ground in the territory of Almaty.

30 мая 2012 г. в 21^h20^m (по времени Астаны 31 мая 2012 г. в 03^h20^m) на территории Энбекшиказахского района Алматинской области на расстоянии 154 км к северо-востоку от г. Алматы произошло землетрясение с $K_p=14.2$, $MS_{\text{per}}=5.0$, $\varphi=43.41^\circ\text{N}$, $\lambda=78.77^\circ\text{E}$, $h=20$ км [1]. Это землетрясение предлагается называть Торайгыр-Советинским, поскольку эпицентр землетрясения расположен в южной части Советинской впадины к северу от Торайгырского поднятия. Торайгырское поднятие является восточной оконечностью Донжайляусского сводово-глыбового поднятия, входящего в систему хребтов Заилийского Алатау.

Инструментальные данные. Параметры гипоцентра определялись сетью SOME, принадлежащей Товариществу с ограниченной ответственностью (ТОО) «СОМЭ», по данным 36 региональных станций ТОО «СОМЭ» РК с привлечением данных станций «Манас», «Софи-Курган» Института сейсмологии республики Кыргызстан сети KRNET и станции «Подгорная» сети КНИЦД. Эти параметры приведены в табл. 1 вместе с решением Казахского национального центра данных NNC и внешними решениями основных мировых агентств.

Таблица 1. Основные параметры землетрясения 30 мая 2012 г. с $K_p=14.2$ по данным Казахстана в сопоставлении с определениями других агентств

Агентство	t_0 , ч мин с	δt_0 , с	Гипоцентр						Магнитуда	Источник
			φ° , N	$\delta\varphi$, км	λ° , E	$\delta\lambda$, км	h , км	δh , км		
SOME	21 20 56.2	0.3	43.41 _и 43.41 _м	5	78.77 _и 78.62 _м	5	20	5	$MS_{\text{per}}=5.0$, $K_p=14.2$, $MPVA=6.0/33$	[1]
NNC	21 20 54.6	0.5	43.49	7.9	78.80	3.1	0		$K_p=14.2$, $m_b=6.1$, $m_{pv}=5.8$	[2]
KRNET	21 20 56.2	0.5	43.41		78.77		19		$K_p=14.2$, $MPVA=6.0$	[3]
MOS	21 20 54.2	1.0	43.50	4.4	78.79	3.5	14		$MS=5.2/38$, $MPSP=5.8/102$	[4]
ISC	21 20 56.1	0.3	43.41	2.5	78.77	1.9	17.1 17 _{pp}	1.7	$M_s=(5.3\pm 0.3)/120$, $m_b=(5.7\pm 0.2)/447$	[2]
NEIC ₁	21 20 56.1	1.1	43.38	2.6	78.74	2.0	17.2	7.0	$m_b=5.7/247$, $Mw=5.3$, $M_0=9.80\cdot 10^{16}$	– " –

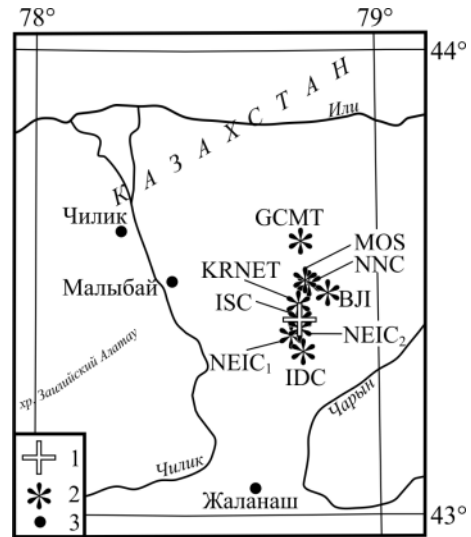
Агент-ство	t_0 , ч мин с	δt_0 , с	Гипоцентр					Магнитуда	Ис-точ-ник	
			φ° , N	$\delta\varphi$, км	λ° , E	$\delta\lambda$, км	h , км			δh , км
NEIC ₂	21 20 57.0	0.0	43.39	0	78.77	0	25	0	$M_w=5.4$	– " –
ВЛ	21 20 53.8	1.6	43.47		78.86		15		$M_s=5.4/77$, $m_b=5.3/68$	– " –
IDC	21 20 55.8	0.4	43.34	7.2	78.78	6.0	16.8	2.2	$M_s=(4.9\pm 0.1)/52$, $m_b=(5.3\pm 0.1)/53$	– " –
GCMТ	21 20 56.2	0.1	43.58	1.1	78.78	1.1	27	0.3	$M_w=5.4/121$	– " –

Примечание. Расшифровка кодов агентств дана в условных обозначениях к настоящему ежегоднику; нижними индексами «и» и «м» обозначены инструментальный и макросейсмический эпицентр главного толчка.

Расположение решений в плане показано на рис. 1. Как видим, изображенное прямым крестом региональное решение SOME хорошо согласуется с решениями ISC и NEIC. Несколько удалены к северу решения MOS, NNC, ВЛ, а к югу – IDC. Наибольший отскок дает решение GCMТ.

Рис. 1. Сопоставление решения эпицентра Торайгыр-Советинского землетрясения 30 мая по данным близких станций сети СОМЭ с решениями других агентств

1 – инструментальный эпицентр СОМЭ; 2 – решения других сейсмологических служб; 3 – населенный пункт.



Механизм очага. Интересно рассмотреть механизм очага Торайгыр-Советинского землетрясения. На рис. 2 и в табл. 2 приведено два решения механизма механизма очага.

Первое решение получено в СОМЭ (рис. 2 а). Второе решение заимствовано из глобального каталога землетрясений СМТ [5] (рис. 2 б).

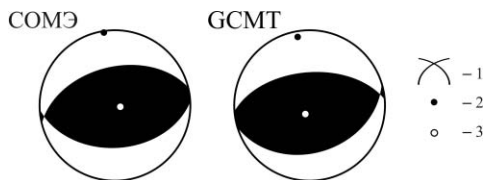


Рис. 2. Диаграммы механизма очага Торайгыр-Советинского землетрясения 30 мая 2012 г. с $K_p=14.2$

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

Таблица 2. Решения механизма очага Торайгыр-Советинского землетрясения с $K_p=14.2$

Агентство	Оси главных напряжений						Нодальные плоскости					
	P		T		N		NP1			NP2		
	AZM	PL	AZM	PL	AZM	PL	STK	DP	SLIP	STK	DP	SLIP
СОМЭ	172	2	283	85	82	5	87	43	98	258	47	84
GCMТ	170	9	24	80	261	6	73	37	80	265	54	97

Как следует из рис. 2 и табл. 2, решения по данным СОМЭ и GCMТ очень близки. Обе нодальные плоскости в его очаге имеют субширотное (87° и 73°) простирание и угол падения $\sim 45^\circ$: одна – на юг, другая – на север. Подвижка по обеим плоскостям типа надвиг, что в общем свидетельствует о процессе воздымания в Советинской долине [6], что может свидетельствовать о нарушении принципа унаследованности, описанного ниже.

Капчагайское землетрясение 2011 г. [7], произошедшее в Илийской впадине, считавшейся до сих пор асейсмичной, также свидетельствует о смене долговременных представлений об асейсмичных впадинах. Определение механизмов очагов землетрясений региона в СОМЭ проводится с 1980 г. На рис. 3 приведен график, характеризующий вариации отношения количества очагов со взбросовыми подвижками N_b к общему числу землетрясений N_o , для которых удалось определить механизм очага в Заилийском и Кунгей Алатау.

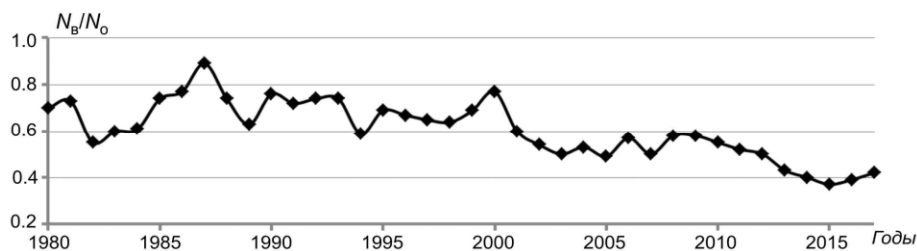


Рис. 3. График изменения во времени отношения $N_{в}/N_{о}$

Видно, что с ~2004 г. начинают превалировать очаги со сбросовым типом механизма. Эти факты говорят о принципиальном изменении сейсмичности, включая общее изменение системы типов подвижек [8]. Возможно, это связано с Суматранским землетрясением 26.12.2004 г. в Индонезийском архипелаге с магнитудой 9.1 [9], которое могло воздействовать на активность движения Индийской плиты. Отметим, что Великое восточно-японское землетрясение Тохоку 11.03.2011 г. с $M>9$ [10] тоже могло повлиять на отмеченную выше смену системы типов подвижки.

Афтершоки. Торайгыр-Советинское землетрясение сопровождалось многочисленными ($N=107$) афтершоками [11], карта эпицентров которых пространственно вытянута в северо-восточном (~40°) направлении (рис. 4).

Максимальный в серии афтершок реализовался всего через 19^м после главного толчка и вблизи ($\Delta=1.1$ км) от него. Его энергетический класс составил всего $K_p=8.1$, т.е. величина энергетической ступени между ними равна:

$$\Delta K_a = 14.2 - 8.1 = 6.1.$$

Это очень высокая ступень, т.е. существенного высвобождения накопленных в очаговой зоне тектонических напряжений не произошло.

Изменение количества афтершоков со временем (рис. 5) отличалось резким затуханием в течение первых суток (44 толчка), во вторые сутки число афтершоков снизилось до восьми, затем несколько дней регистрировались одиночные землетрясения (рис. 5 а). В энергетическом смысле афтершоковый ряд характеризовался слабыми толчками, в основном 5–6 классов, с явным дефицитом более сильных событий (рис. 5 б). Основная часть гипоцентров была сосредоточена на глубине 15 км.

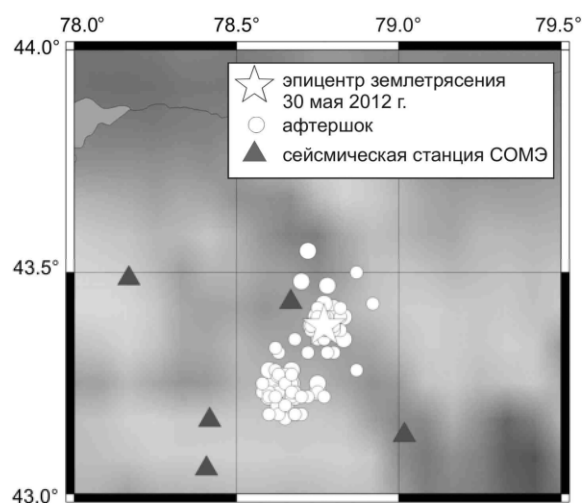


Рис. 4. Карта расположения эпицентра Торайгыр-Советинского землетрясения 30 мая 2012 г.

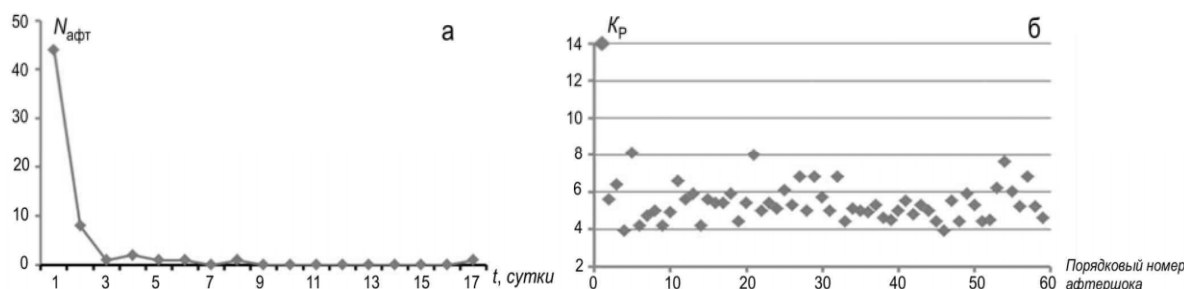


Рис. 5. Характеристика афтершокового процессе землетрясения 30 мая 2012 г. во времени (а) и по энергии (б)

Макросейсмические данные. Для проведения макросейсмического обследования и сбора информации о возможных повреждениях и разрушениях зданий уже 31 мая в эпицентральную область выехали специалисты ТОО «СОМЭ», ТОО «ИС», Научно-производственного комплекса «Прогноз», а также представители китайской делегации Администрации по землетрясениям (АЗ)

Синьцзян-Уйгурского Автономного района КНР [12]. Зона очага землетрясения расположена на северо-восточной окраине хребтов Заилийского Алатау в пределах Согетинской впадины с ближайшими пунктами – поселок Кок-Пек и водохранилище Бартогай.

Макросейсмическое обследование, проведенное в зоне землетрясения, показало следующее:

$I=6$ баллов. В пунктах пос. *Кок-Пек* и водохранилище *Бартогай*, где интенсивность сотрясений грунта по Международной сейсмической шкале MSK-64 [13] составила 6 баллов, разрушений зданий и сооружений не обнаружено. Наблюдались единичные случаи образования трещин между блоками зданий на сейсмошвах и отслоение штукатурки в саманных строениях (рис. 6 а). По ощущениям жителей поселков, был слышен громкий гул и ощущался резкий толчок, от которого все жители проснулись и выбежали на улицу. Скрипели двери, звенела посуда, люстры и лампочки очень сильно раскачивались. Те, кто не спал, слышали перед толчком очень сильный гул, сравнимый с проездом около дома трактора или большого грузовика.

$I=5$ баллов. В поселках *Байсеит*, *Нур*, *Нурлы* интенсивность колебаний составляла 5 баллов. По ощущениям людей, «сначала послышался сильный гул, следом удар и длительные сотрясения». Все жители поселка почувствовали землетрясение. Многие выбежали на улицу, в домах звенели стекла, скрипели шкафы, у некоторых оторвались дверцы шкафов.

$I=4$ балла. В райцентре Энбекшиказахского района, в г. *Есик*, в поселках *Маловодное*, *Каратурук*, *Ащысай*, *Достык* землетрясение проявилось с интенсивностью 4 балла. Люди, стоящие на земле, ощущали продолжительные колебания: «трясло 20–30 секунд, а потом прекратилось». По словам жителей: «закачалась люстра, в серванте звякала посуда, на улице поднялся сильный ветер». В некоторых домах на штукатурке появились волосяные трещины, в пос. *Ащысай* в одном из домов произошел вывал гипсовой плитки в угловой части (рис. 6 б).

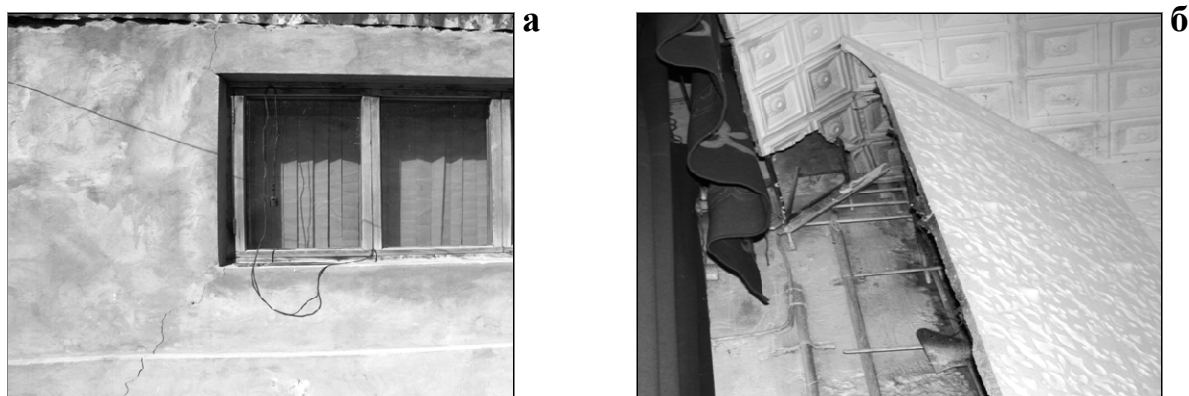


Рис. 6. Повреждения зданий, вызванные землетрясением 30 мая 2012 г. в пос. Кок-Пек с $I_1=6$ баллов (а) и пос. Ащысай – 4 балла (б)

$I=3-4$ балла. В поселках *Басши* и *Нурум* Кербулакского района, а также в г. *Алматы* интенсивность колебаний составила $I=3-4$ балла. В г. *Алматы* землетрясение ощущалось сильнее на верхних этажах.

В г. *Талдыкоргане* интенсивность землетрясения составила 2–3 балла и ощутили его не все жители.

Сведения об интенсивности сотрясений по всем пунктам из [14, 15] сведены в табл. 3. Все расстояния определены от макросейсмического эпицентра с $\varphi=43.41^\circ\text{N}$, $\lambda=78.62^\circ\text{E}$.

Таблица 3. Макросейсмические данные о Торайгыр-Согетинском землетрясении 30 мая 2012 г. с $K_p=14.2$, $M_w=5.4$; гипоцентральные расстояния r определены от макросейсмического эпицентра с $\varphi=43.41^\circ\text{N}$, $\lambda=78.62^\circ\text{E}$, при глубине $h=20$ км

№	Пункт	Δ , км	r , км	φ° , N	λ° , E	№	Пункт	Δ , км	r , км	φ° , N	λ° , E
<u>6 баллов</u>						<u>5 баллов</u>					
1	п. Кок-Пек	6.6	21.1	43.45	78.68	3	п. Нура	19.7	28.1	43.55	78.47
2	вод. Бартогай	9.9	22.3	43.37	78.51	4	п. Узынбулак	44.9	49.1	43.13	79.02

№	Пункт	Δ , км	r , км	φ° , N	λ° , E	№	Пункт	Δ , км	r , км	φ° , N	λ° , E
5	п. Жинишке	31.2	37.0	43.17	78.42	19	г. Алматы	140.3	141.7	43.21	76.91
6	п. Нурлы	28.1	34.4	43.65	78.51	20	п. Нурум	72.9	75.6	44.06	78.74
7	п. Байсеит	28.1	34.4	43.57	78.35	21	п. Басши	84.0	86.3	44.16	78.75
	<u>4–5 баллов</u>					22	п. Шалкоде	105.4	107.3	43.15	79.87
8	п. Саты	41.8	46.3	43.07	78.4	23	п. Ананьево	108.3	110.1	42.73	77.67
9	п. Шелек	36.5	41.6	43.6	78.25		<u>3 балла</u>				
10	п. Курам	37.1	42.1	43.48	78.17	24	пер. Архарлы	108.9	110.7	44.21	77.83
	<u>4 балла</u>					25	г. Талгар	113.1	114.8	43.3	77.23
11	п. Достык	50.0	53.8	43.55	78.03	26	п. Джаркент	137.7	139.1	44.33	79.78
12	п. Каратурук	52.3	56.0	43.55	78	27	г. Капчагай	133.8	135.3	43.84	77.06
13	п. Ащысай	53.8	57.4	43.55	77.98	28	г. Чолпон-Ата	152.2	153.5	42.64	77.08
14	п. Тюп	79.8	82.3	42.72	78.35		<u>2–3 балла</u>				
15	п. Маловодное	75.8	78.4	43.51	77.69	29	г. Талдыкорган	177.5	178.6	45	78.4
16	п. Тургенъ	81.0	83.4	43.3	77.63		<u>2 балла</u>				
17	г. Есик	94.0	96.1	43.35	77.46	30	г. Бишкек	333.4	334.0	42.88	74.59
	<u>3–4 балла</u>					31*	г. Кранооктыабрски	356.8	357.4	42.84	74.31
18	г. Каракол	104.9	106.8	42.48	78.4						

Примечание. Знаком * отмечен пункт из [2].

По результатам макросейсмического обследования составлена карта изосейст Торайгыр-Советинского землетрясения (рис. 7).

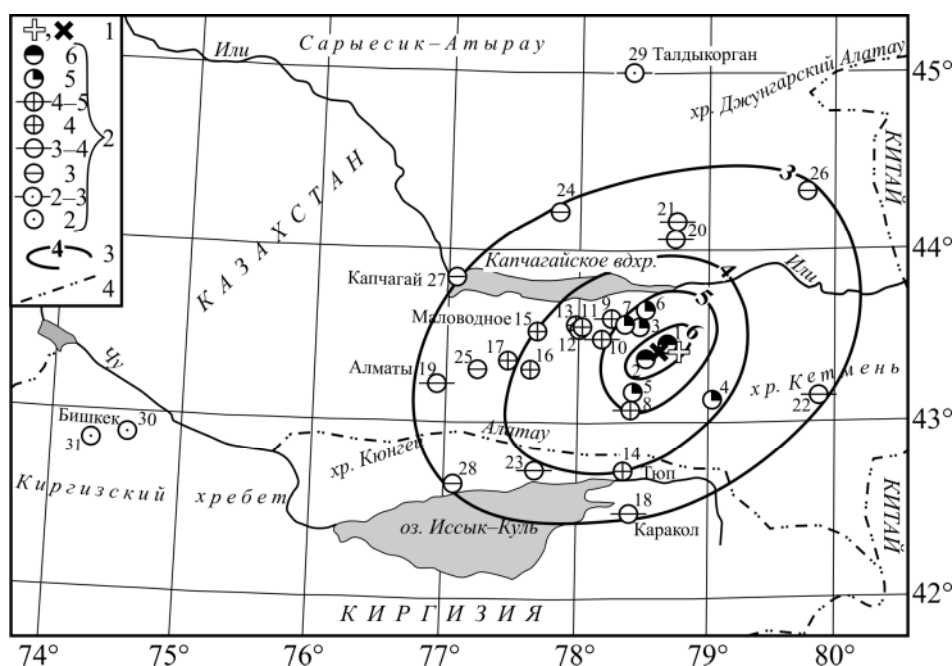


Рис. 7. Карта изосейст Торайгыр-Советинского землетрясения 30 мая в 21^h20^m с $K_p=14.2$

1 – эпицентр, инструментальный и макросейсмический соответственно; 2 – интенсивность сотрясений в баллах по шкале MSK-64 [13]; 3 – изосейста; 4 – государственная граница.

Как видим, система изосейст вытянута примерно в северо-восточном (60°) направлении.

Сотрясения грунта на территории г. Алматы. Рассматриваемое землетрясение в г. Алматы, расположенном в 154 км от эпицентра, в зависимости от района города ощущалось с интенсивностью $I_i=3-5$ баллов [16]. Сотрясения грунта на его территории исследованы на основе 12 записей локальной городской сети ТОО «СОМЭ», оснащенной цифровыми акселерографами Altus-Etna. На рис. 8 показана схема расположения пунктов сильных движений, зарегистрировавших Торайгыр-Советинское землетрясение.

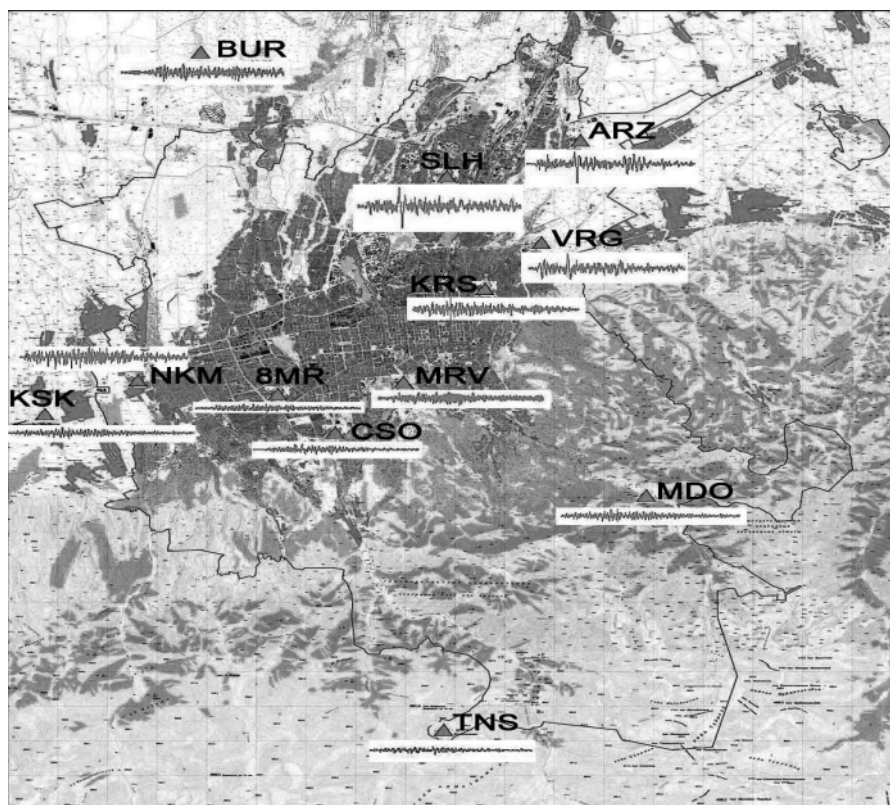


Рис. 8. Пункты сильных движений ТОО «СОМЭ» на территории г. Алматы, записавшие землетрясение 30 мая 2012 г. с $M_w=5.4$

Акселерограммы, полученные на горизонтальных компонентах. Пример акселерограммы, полученной на станции SLH, приведен на рис. 9.

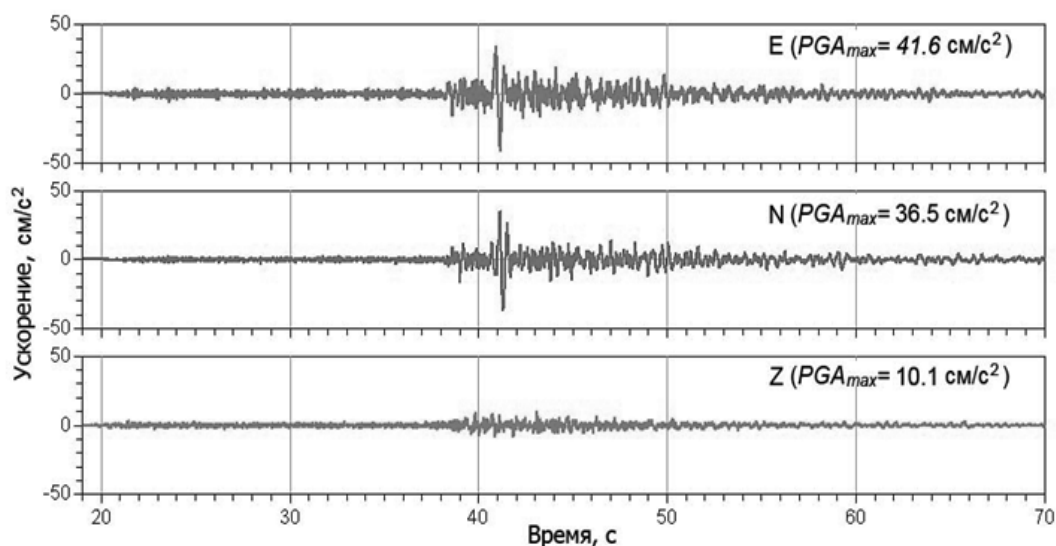


Рис. 9. Акселерограмма Торайгыр-Советинского землетрясения на пункте сильных движений SLH на территории г. Алматы

В табл. 4 даны основные характеристики акселерограмм (максимальное пиковое ускорение PGA_{max} , соответствующие ему период и относительная длительность на уровне 0.5 от PGA_{max}) и спектров реакции ускорения при затухании 5% от критического (максимальный уровень спектра Sa_{max} , преобладающий период и спектральные ускорения в высокочастотной ($T=0.2^s$) и низкочастотной ($T=1^s$) областях спектра).

Таблица 4. Основные параметры записей и спектров реакции

Станция	Компонента	Параметры акселерограммы			Параметры спектра реакции ускорения (5%)			
		PGA_{max} , $см/с^2$	T , $с$	d , $с$	Sa_{max} , $см/с^2$	T , $с$	Sa ($T=0.2 с$)	Sa ($T=1 с$)
8MR	EW	8.5	0.24	7.0	26.3	0.067	18.0	5.2
	NS	8.5	0.20	7.6	30.1	0.166	21.3	4.1
	Z	5.1	0.11	10.6	23.4	0.096	8.5	1.7
ARZ	EW	34.1	0.55	17.0	111.0	0.523	49.4	24.9
	NS	40.9	0.35	5.8	106.0	0.387	46.7	18.3
	Z	11.5	0.20	12.9	25.4	0.111	14.5	5.9
BUR	EW	17.5	0.23	11.4	47.7	0.450	28.9	15.1
	NS	18.5	0.10	2.1	72.3	0.117	35.9	9.1
	Z	9.3	0.11	13.9	21.5	0.082	13.4	5.4
CSO	EW	11.7	0.14	5.16	41.8	0.150	23.5	4.2
	NS	9.8	0.16	5.0	34.7	0.111	13.4	5.6
	Z	7.8	0.11	4.62	32.5	0.129	12.4	2.1
KRS	EW	21.0	0.15	11.7	66.7	0.387	27.5	8.5
	NS	13.8	0.35	8.3	53.5	0.123	30.5	9.5
	Z	8.9	0.10	7.3	44.6	0.09	13.7	3.1
KSK	EW	9.1	0.34	4.4	38.5	0.387	13.8	5.5
	NS	8.9	0.28	5.5	27.8	0.150	16.2	6.3
	Z	5.2	0.11	17.6	19.7	0.101	6.4	3.1
MDO	EW	10.1	0.18	8.5	44.8	0.193	36.6	2.4
	NS	11.2	0.24	7.3	48.9	0.247	38.3	1.8
	Z	6.6	0.11	8.6	42.2	0.117	11.6	1.8
MRV	EW	15.4	0.12	9.3	42.9	0.123	24.8	5.0
	NS	13.7	0.35	5.8	42.2	0.123	15.4	3.8
	Z	6.3	0.10	9.2	29.2	0.101	12.2	2.1
NKM	EW	18.7	0.11	11.7	63.2	0.111	31.3	14.0
	NS	18.8	0.25	8.6	65.4	0.174	38.0	6.9
	Z	8.4	0.11	12.1	38.0	0.111	12.8	3.5
SLH	EW	41.6	0.52	0.5	104.6	0.407	46.4	25.8
	NS	36.5	0.40	0.49	133.4	0.387	74.1	15.7
	Z	10.1	0.20	6.5	29.0	0.143	13.7	5.6
TNS	EW	5.2	0.10	7.8	19.9	0.111	9.3	3.3
	NS	7.8	0.30	4.7	18.9	0.129	7.8	3.0
	Z	4.7	0.09	9.7	21.0	0.071	6.3	1.5
VRG	EW	26.3	0.52	6.7	66.9	0.497	36.5	18.6
	NS	22.8	0.32	6.4	59.8	0.407	29.4	12.8
	Z	11.4	0.16	16.6	32.3	0.078	13.0	6.0

Согласно табл. 4, максимальные пиковые ускорения на территории города зарегистрированы пунктами SLH ($a=41.6 см/с^2$), ARZ ($40.9 см/с^2$) и VRG ($26.3 см/с^2$), расположенными на мощных осадочных отложениях в наиболее глубокой части (до 4 км) Алматинской впадины.

Сейсмическая история. Согласно карте общего сейсмического районирования Республики Казахстан [17], эпицентр Торайгыр-Советинского землетрясения размещается внутри 9-балльной зоны. Из наиболее известных и сильных землетрясений рядом расположены эпицентры катастрофического Чиликского 11.07.1889 г. с $M=8.3$, $I_0=10$ баллов [18] и Торайгырского 12.02.1975 г. с $M=5.1$, $I_0=6$ баллов [19] землетрясений. Макросейсмические данные Чиликского землетрясения оказали влияние на форму и размеры 9-балльной зоны карты ОСР [18]. Его эпицентр расположен в 20 км к юг-юго-западу от эпицентра Торайгыр-Советинского землетрясения.

Структурно-тектоническая позиция очага Торайгыр-Советинского землетрясения. Научный интерес вызывает структурно-тектоническая позиция очага Торайгыр-Советинского землетрясения, возможность выявления связи характера движений ближайших активных раз-

ломов и механизма очага землетрясения, установленного по сейсмологическим данным. Его эпицентр расположен в южной части Согетинской впадины к северу от Торайгырского поднятия, являющегося восточной оконечностью Донжайярусского сводово-глыбового поднятия, входящего в систему хребтов Заилийского Алатау. Хребет Заилийский Алатау относится к северным дугам Тянь-Шаня и по возрасту основной складчатости входит в область каледонской консолидации [20], а по особенностям формирования морфоструктур в альпийский тектонический цикл – в Северо-Восточный Тянь-Шань.

Преобладающий азимут простирания неотектонических структур (поднятий, впадин, крупнейших разломов) составляет около 70° (восток–северо-восточное направление). В районе проявлений Торайгыр-Согетинского и Чиликского землетрясений простирание неотектонических структур контролируется крупными региональными разломами, которые являются тектонически подвижными зонами мощностью в несколько километров и длиной в несколько сотен километров. Вторыми по значимости неотектоническими структурами района являются сдвиги северо-западного простирания. Сдвиги имеют длину от 20 до 150 км и часто морфоструктурно выражены на периклиналях сводово-глыбовых поднятий, плоскогорий, межгорных и внутригорных впадин. Некоторые северо-западные сдвиги, пересекая морфоструктуры, смещают их части в разные стороны. Под воздействием сдвигов северо-западного направления происходит перестройка древнего (палеозойского) структурного плана в неотектоническую стадию [21]. Два решения механизма очага по данным СОМЭ и GСMT дают очень близкие результаты и интерпретируются как сдвиго-взброс. Система напряжений по результатам решения механизма характеризуется близгоризонтальной и субмеридиональной ориентацией оси напряжения сжатия и субширотной, круто погружающейся осью напряжения растяжения.

Согетинская впадина и Торайгырское поднятие, как и большинство неотектонических структур района, простираются в восток–северо-восточном направлении. Эпицентр Торайгыр-Согетинского землетрясения расположен на южном крыле Согетинской грабен-синклинали, вблизи ее оси. Ближайшим к эпицентру Торайгыр-Согетинского землетрясения является Северо-Далаашикский разлом, простирание которого по азимуту 70° , который проходит в 3 км юго-восточнее, отделяя южное крыло Согетинской грабен-синклинали от Торайгырского поднятия [22].

За последние годы произошло полное изменение системы типов механизмов очагов Северного Тянь-Шаня. Многолетнее преобладание взбросовых типов сменилось на сбросовые. Растяжение стало преобладающим в системе напряжений. Можно полагать, в частности, что в зоне очага Чилико-Кеминского землетрясения 1911 г. и других крупнейших землетрясений региона растяжение стало преобладающим в общей системе напряжений. Это наводит на мысль, что эти большие очаги, возможно и породившие современную сейсмичность, получили дополнительную степень свободы и, как следствие, появляется возможность для большой подвижки в очагах землетрясений региона Северный Тянь-Шань.

Л и т е р а т у р а

1. Неверова Н.П. (СОМЭ МОН РК), Михайлова Н.Н. (РГП ИГИ МЭ РК) (отв. сост.), Бектурганова Б.Б., Далбаева Ж.А., Климова Г.Г., Проскурина Л.П. (СОМЭ МОН РК), Мукамбаев А.С. (РГП ИГИ МЭ РК) (сост.). Каталог землетрясений Казахстана за 2012 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – Приложение на CD_ROM.
2. International Seismological Centre, Thatcham, Berkshire, United Kingdom, 2015 [Сайт]. – URL: <http://www.isc.ac.uk/iscbulletin/search/bulletin/>
3. Фролова А.Г., Берёзина А.В., Шукурова Р. (по региону), Соколова Н.П. (по Кыргызстану), Гесель М.О. (по Казахстану), Михайлова Н.Н. (по Казахстану), Тулаганова М.Т. (по Узбекистану) (отв. сост.), Молдобекова С., Першина Е.В., Афонина Л.Р., Неверова Н.П., Проскурина Л.П., Далбаева Ж., Досайбекова С.К., Проскурина А.В., Мукамбаев А.С., Бастанов Н.Ш., Узбеков Р., Сейнасинов Н., Рябенко О.В., Бектурганова Б.Б., Содикова Н.М., Кучкарова К.И. (сост.). Каталог землетрясений Центральной Азии за 2012 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – Приложение на CD_ROM.
4. Сейсмологический бюллетень (ежедекадный) за 2012 год [Электронный ресурс] / Отв. ред. О.Е. Старовойт. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2012–2013. – URL: ftp://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic_bulletin/2012

5. **Global Centroid Moment Tensor (CMT) Catalog** [Сайт]. – URL: <http://www.globalcmt.org/CMTsearch.html>
6. **Михайлова Н.Н., Полешко Н.Н.** Общие закономерности и особенности проявления очагов последних сильных землетрясений на Северном Тянь-Шане. – Вестник НЯЦ РК. – 2015. – С. 144–149.
7. **Панин В.И., Нысанбаев Т.Е., Гессель М.О., Неверова Н.П., Полешко Н.Н.** Характеристика Первомайского землетрясения, произошедшего в 2011 г. // Материалы VII Международной сейсмологической школы. – Обнинск: ГС РАН, 2012 г. – С. 246–250.
8. **Научно-технический отчет ТОО «СОМЭ» за 2017 г.** – Архив ТОО «СОМЭ», 2017 г. – 11 с.
9. **Маркин В.А.** Катастрофическое землетрясение // Земля и Вселенная. – 2005. – № 2. – С. 49.
10. **Рогожин Е.А.** Сейсмотектонические и сейсмологические проявления очага землетрясения 11 марта 2011 г. с $M_w=9$ (о. Хонсю, Япония) // Землетрясения Северной Евразии, 2011 год. – ФИЦ ЕГС РАН, 2017. – С. 332–344.
11. **Неверова Н.П. (СОМЭ МОН РК) (отв. сост.).** Афтершоки Торайгыр-Советинского землетрясения 30.05.2012г. с $K_p=13.7$ // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – Приложение на CD_ROM.
12. **Отчет по результатам макросейсмического обследования землетрясения 31.05.2012 г.** – Архив ТОО «СОМЭ», 2012 г.
13. **Медведев С.В. (Москва), Шпонхойер В. (Иена), Карник В. (Прага).** Шкала сейсмической интенсивности MSK-64. – М.: МГК АН СССР, 1965. – 11 с.
14. **Неверова Н.П., Мукамбаев А.С., Михайлова Н.Н. (отв. сост.), Левина В.И. (сост.).** Макросейсмический эффект ощутимых землетрясений в населенных пунктах Казахстана и прилегающих территорий в 2021 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – Приложение на CD_ROM.
15. **Неверова Н.П. (СОМЭ МОН РК), Михайлова Н.Н. (РГП ИГИ КАЭ МЭ РК), Лукаш Н.А., Пойгина С.Г., Бахтиарова Г.М. (сост.).** Сведения о пунктах, для которых имеется информация о макросейсмических проявлениях ощутимых землетрясений Казахстана за 2012 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – Приложение на CD_ROM.
16. **Силачѐва Н.В., Кулбаева У.К., Кравченко Н.А., Воецкий А.Е.** Сеть цифровых станций сильных движений Алматы // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы XII Международной сейсмологической школы. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2017. – С. 342–346.
17. **СНиП РК 2.03-30-2006.** Строительство в сейсмических районах. Нормы проектирования. – Алматы: ЛЕМ, 2006. – 80 с.
18. **Оспанов А.Б.** Землетрясения Северного Тянь-Шаня // Землетрясения в СССР. – М.: Наука, 1978. – С. 69–75.
19. **Михайлова Р.С., Каток А.П., Матасова Л.М., Джанузаков Л.М., Сыдыков А. (отв. сост.). Ш.** Средняя Азия и Казахстан [300 до н.э. – 1974 г., $M \geq 5.0$, $MPSP \geq 5.6$, $MPVA \geq 5.3$; $I_0 \geq 6.0$] // Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. – М.: Наука, 1977. – С. 198–296.
20. **Чедия О.К.** Морфоструктуры и новейший тектогенез Тянь-Шаня. – Фрунзе: Илим, 1986. – 314 с.
21. **Геология СССР.** Том XL. Южный Казахстан. Геологическое описание, книга 2 / Ред. Ш.Е. Есенов – М.: Наука, 1971. – 288 с.
22. **Ержанов Ж.С., Курскеев А.К., Тимуш А.В., Чабдаров Н.М.** Земная кора сейсмоактивных районов Казахстана. – Алма-Ата: Илим, 1982. – 232 с.