

**КАРАГАНДИНСКОЕ (КАРАБАССКОЕ) ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 21 июня 2014 г. с  $K_p=11.7$ ,  
 $MS=4.0$ ,  $I_0^p=5-6$  (Центральный Казахстан)**

**Н.Н. Михайлова, А.Е. Великанов, А.Н. Узбеков, И.Н. Соколова, Н.Н. Полешко**

*Институт геофизических исследований Министерства энергетики Республики Казахстан,  
г. Алма-Ата, Казахстан, mikhailova@kndc.kz, sokolova@kndc.kz*

**Аннотация.** В работе представлены результаты макросейсмического анализа землетрясения с магнитудой  $MS_{\text{рег}}=4.0$ , произошедшего близ г. Караганда 21 июня 2014 г. и зарегистрированного сейсмическими станциями Института геофизических исследований МЭ РК. На основании данных макросейсмического обследования, включавшего сбор и анализ сведений о повреждениях жилых и производственных зданий, определена интенсивность сотрясения в баллах по сейсмической шкале MSK-64 в 34 населенных пунктах на территории радиусом  $\approx 100$  км вокруг эпицентра землетрясения. Изучены основные параметры, построен механизм очага, составлена карта изосейст Карагандинского землетрясения, произошедшего в районе, который ранее считался асейсмичным. На основе анализа сейсмических записей, механизма очага и геолого-тектонических особенностей района сделано заключение о большой вероятности того, что землетрясение является природно-техногенным.

**Ключевые слова:** природно-техногенное землетрясение, механизм очага, результат макросейсмического обследования, Центральный Казахстан.

**DOI:** 10.35540/1818-6254.2020.23.34

**Для цитирования:** Михайлова Н.Н., Великанов А.Е., Узбеков А.Н., Соколова И.Н., Полешко Н.Н. Карагандинское (Карабасское) землетрясение 21 июня 2014 г. с  $K_p=11.7$ ,  $MS=4.0$ ,  $I_0^p=5-6$  (Центральный Казахстан) // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – С. 334–343, doi: 10.35540/1818-6254.2020.23.34

**Введение.** 21 июня 2014 г. все сейсмические станции Института геофизических исследований МЭ РК зарегистрировали довольно сильное землетрясение в Центральном Казахстане. Землетрясение на севере от г. Алматы – событие редкое, а особенно, если это ощутимое сильное землетрясение. Чаще в Центральном и Северном Казахстане регистрируются промышленные карьерные взрывы, связанные с разработкой полезных ископаемых. Произошедшее землетрясение подтвердило ранее сделанные выводы о возможности возникновения землетрясений в областях, которые считались асейсмичными. Тем самым еще раз продемонстрирована необходимость дополнительных исследований сейсмической опасности при разработке новой карты общего сейсмического районирования территории Казахстана с учетом новых данных последних десятилетий по землетрясениям в Западном, Центральном, Северном и Восточном Казахстане.

**Инструментальные характеристики очага.** Землетрясение вблизи г. Караганда 21 июня 2014 г. было зарегистрировано сейсмическими станциями Казахстана [1, 2] с  $K_p=11.7$   $MPVA=5.2$ ,  $MS=4.0$  [3], как и многими станциями глобальных сетей, и включено в бюллетени Международных центров данных [4–8]. Решения разных центров практически совпадают: координаты эпицентра варьируют в пределах сотых долей градуса, магнитуда  $m_b=4.4-5.2$ , глубина  $h=9-23$  км (табл. 1). Ближе всего к эпицентру, на расстоянии примерно 160 км, находилась станция «Ортау». Записи получены также на станциях «Боровое» (432 км), «Курчатов» (426 км), «Маканчи» (755 км) и других (рис. 1, 2), которые входят в мировые глобальные сети станций [9]. Их данные автоматически передаются в международные сейсмологические центры – Европейский EMSC в Париже, Американский NEIC, Международный сейсмологический центр в Англии ISC [4–8].

**Таблица 1.** Основные параметры землетрясения 21 июня 2014 г. близ г. Караганда по данным региональных и международных сейсмологических центров

Источник, агентство	$t_0$ , ч мин с	Гипоцентр						Примечание	Ссылка
		$\varphi^\circ$ , N	$\delta\varphi$ , км	$\lambda^\circ$ , E	$\delta\lambda$ , км	$h$ , км	$\delta h$ , км		
Наст.ст.*	–	49.59	–	72.93	–	–	–	Инструментальный эпицентр	–
Наст.ст.*	–	49.578	–	72.922	–	–	–	Макросейсмический эпицентр	–

Источник, агентство	$t_0$ , ч мин с	Гипоцентр						Примечание	Ссылка
		$\varphi^\circ$ , N	$\delta\varphi$ , км	$\lambda^\circ$ , E	$\delta\lambda$ , км	$h$ , км	$\delta h$ , км		
Региональный каталог	06 30 03.4	49.56	6	72.97	6	9	–	$K_p=11.7/31$ , $MPVA=5.2/32$	[3]
SOME	06 30 03.7	49.55	–	73.00	–	–	–	$M_S=4.0$	[7]
NNC	06 30 03.4	49.555	7.3	72.968	4.2	9.2	6.4	$K_p=11.65$ , $m_b=5.4$ , $m_{pv}=5.2$	[7]
MOS	06 30 03.4	49.521	4.9	72.908	4.9	23	–	$MPSP=4.9/44$	[4]
ISC	06 30 03.3	49.524	3.9	72.933	3.2	10.9 11(pP)	2.0	$M_S=(3.5\pm 0.3)/28$ , $m_b=(4.8\pm 0.2)/140$	[7]
NEIC	06 30 04.5	49.558	8.6	72.949	8.1	14.9	3.1	$m_b=(4.8\pm 0.1)/121$	[6]
IDC	06 30 01.7	49.442	9.1	72.844	6.3	0 f	–	$M_S=(3.3\pm 0.1)/20$ , $m_b=(4.4\pm 0.1)/25$ $ML=(3.9\pm 0.2)/20$	[7, 8]
EMSC	06 30 04.3	49.57	–	72.90	–	17	–	$m_b=4.8$	[5]

Примечание. \*Термин «наст. ст.» приписан данным, полученным лично авторами при анализе архива записей в период написания статьи; сведения об агентствах из графы 1 даны в обозначениях к настоящему ежегоднику.

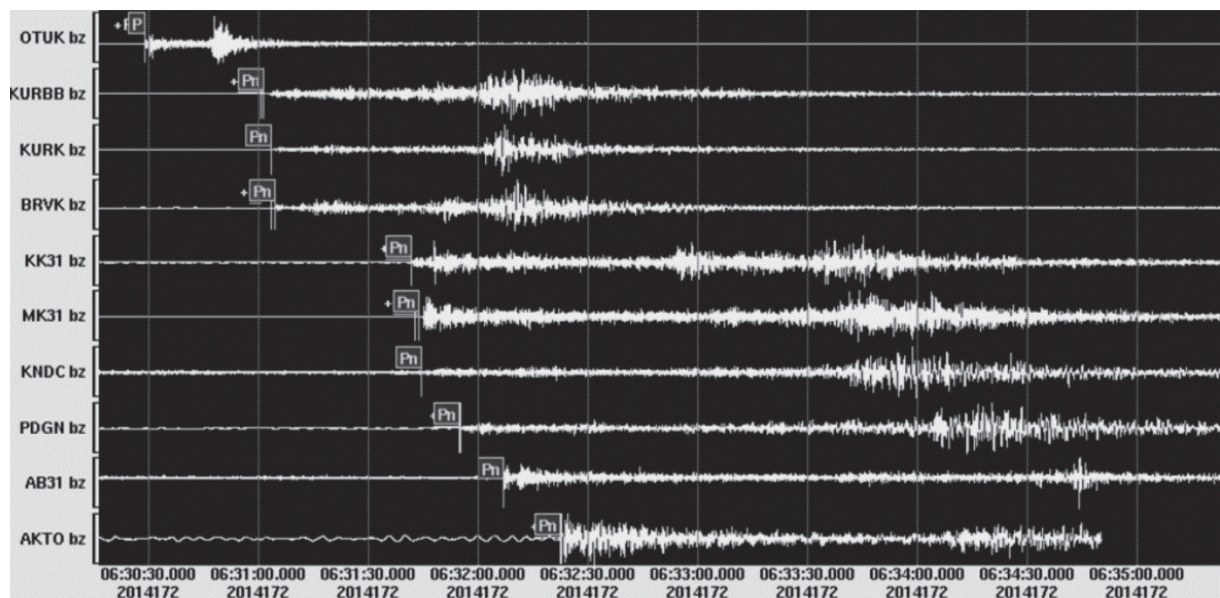


Рис. 1. Записи Карагандинского землетрясения на станциях ИГИ МЭ РК по [1]

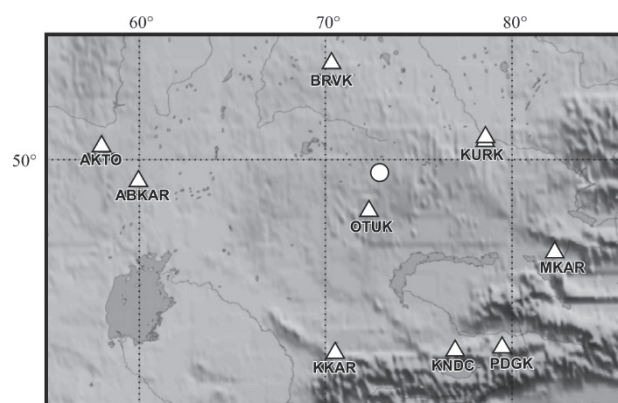


Рис. 2. Расположение станций ИГИ (треугольники) относительно эпицентра землетрясения 21 июня 2014 г. (кружок)

В столице Казахстана г. Астана (206 км) оно ощущалось с интенсивностью 2 балла [4] по шкале [10]. Сразу же после описываемого события стали поступать сведения о том, что землетрясение ощущалось и в других населенных пунктах. Из крупных населенных пунктов (городов) наиболее близким к эпицентру оказался г. Абай, расположенный в 8 км на северо-запад от эпицентра. Здесь землетрясение ощущалось с интенсивностью 4–5 баллов (см. далее табл. 4).

**Природа землетрясения.** Эпицентр землетрясения приурочен к южной границе карагандинского каменноугольного бассейна. Встал вопрос о природе этого реального события. Не связано ли оно с интенсивными в этом

районе работами на угольных шахтах? Является оно тектоническим или техногенным?

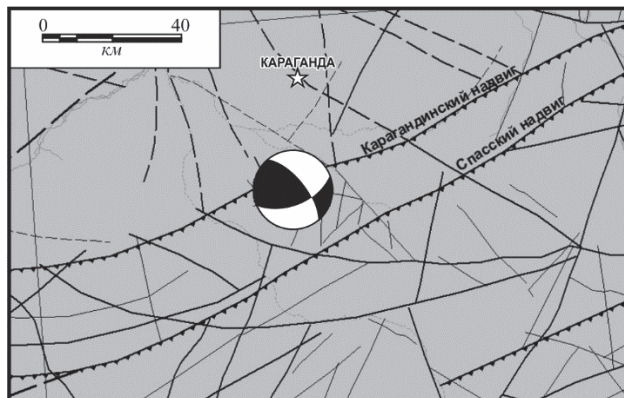
В пользу тектонической природы этого события говорит, во-первых, то, что гипоцентр его находится на глубине 9–23 км (табл. 1), что значительно превышает глубины, на которых происходит выработка на угольных месторождениях. Такие глубины характерны для землетрясений большинства тектонических районов Казахстана. Во-вторых, хоть и редко, но в Центральном Казахстане все-таки и раньше регистрировались землетрясения. Одно из последних – Шалгинское землетрясение 22.08.2001 г. с  $M_w=5.2$  [11, 12], которое проявилось в эпицентральной зоне с интенсивностью  $I_0=6$  баллов. Оно произошло практически в той же тектонической структуре на расстоянии 330 км на юго-запад от Карагандинского очага. Шалгинскому землетрясению посвящено несколько научных публикаций сотрудников нашего Центра. Примерно на таком же расстоянии на восток находится зона концентрации очагов землетрясений хр. Муржик вблизи Семипалатинского испытательного полигона, которые также были изучены в последние годы в нашем Центре [13, 14]. Но именно в районе близ г. Караганда, где зарегистрирован толчок 21 июня 2014 г., эпицентры других очагов неизвестны.

**Механизм очага.** Механизм очага землетрясения 21 июня 2014 г. (табл. 2) получен по первым смещениям  $P$ -волн, зарегистрированным 15 сейсмическими станциями, данные которых в оперативном режиме поступают в Центр данных ИГИ МЭ РК [15]. О надежности решения фокального механизма свидетельствует согласованность знаков, составляющая 100 %, а также область разброса определяемых параметров, не превышающая  $10^\circ$ .

**Таблица 2.** Параметры механизма очага Карагандинского землетрясения 21 июня 2014 г. по данным ИГИ МЭ РК

$t_0$ , ч мин с	$h$ , км	$K_p$	$MS_{\text{рег}}$	Оси главных напряжений						Нодальные плоскости					
				$T$		$N$		$P$		$NP1$			$NP2$		
				$PL$	$AZM$	$PL$	$AZM$	$PL$	$AZM$	$STK$	$DP$	$SLIP$	$STK$	$DP$	$SLIP$
06 30 03.4	9	11.7	4.0	29	283	56	140	17	23	246	57	9	151	82	148

Диаграмма фокального механизма показана на тектонической схеме исследуемого района (рис. 3). Согласно результатам решения механизма очага, землетрясение реализовалось в условиях близгоризонтальной и субмеридиональной ориентации оси напряжения сжатия и субширотной полого погружающейся оси напряжения растяжения. Такая система напряжений характерна для региона Центральной Азии.



**Рис. 3.** Стереодиаграмма механизма очага землетрясения 21.06.2014 г. (определение Полешко Н.Н. [15])

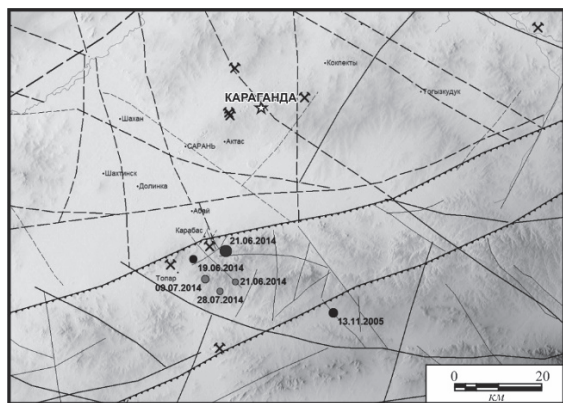
Тип подвижки в очаге характеризуется горизонтальным сдвигом с небольшой взбросовой составляющей по обеим возможным плоскостям разрыва. Ориентация одной из плоскостей согласуется с региональными разломами северо-восточного направления, отмеченными на схеме как надвиги. Другая возможная плоскость разрыва согласуется с ориентацией локальных разломов, секущих структуры в северо-западном направлении. Отметим, что подобный тип механизма очага является характерным для очагов землетрясений казахского щита (Шалгинского, Жезказганских, близ Семипалатинского полигона).

**Форшоки и афтершоки.** Предварительное рассмотрение тектонической обстановки района очага этого землетрясения показывает, что очаг расположен на северной границе Успенской зоны смятия северо-восточного простираения шириной до 90 км, ограниченной субпараллельными тектоническими разломами (рис. 4). Тщательный ретроспективный анализ сейсмограмм Казахстанской сейсмической сети позволил выявить в этом районе пропущенные слабые сейсмические события, произошедшие до описываемого землетрясения и отнесенные к природным землетрясениям. Одно из них произошло 13 ноября 2005 г. в  $12^h03^m$ ,  $\varphi=49.430^\circ N$ ,  $\lambda=73.308^\circ E$ ,  $MPVA=3.7$ ,  $K_p=9.2$ . В этом же районе за два дня до Карагандинского землетрясения, 19 июня

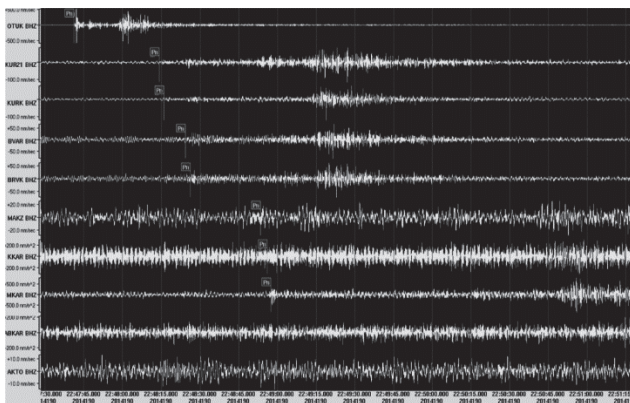


2014 г. в 01<sup>h</sup>25<sup>m</sup>, был зарегистрирован слабый форшок с  $\varphi=49.539^\circ N$ ,  $\lambda=72.867^\circ E$ ,  $MPVA=2.6$ ,  $K_p=6.7$  (табл. 3). К сожалению, оба землетрясения пропущены при обработке сейсмограмм в 2005 г. и в 2014 г., поэтому их нет в соответствующих годовых каталогах.

После Карагандинского землетрясения детальный анализ волновых форм позволил выявить три афтершока (рис. 4, табл. 3). Сейсмограммы самого сильного афтершока 9 июля 2014 г. в 22<sup>h</sup>47<sup>m</sup> приведены на рис. 5. Наличие форшока и афтершоков свидетельствуют в пользу версии о тектонической природе очага.



**Рис. 4.** Эпицентры землетрясений, разломы и карьеры вблизи г. Караганда (Кружки – эпицентры событий из табл. 3; скрещенные молотки – действующие карьеры)



**Рис. 5.** Сейсмограммы (Z-компоненты) афтершока 9 июля 2014 г. в 22<sup>h</sup>47<sup>m</sup> с  $\varphi=49.498^\circ N$ ,  $\lambda=72.904^\circ E$ ,  $MPVA=2.9$ ,  $K_p=6.9$

**Таблица 3.** Параметры сейсмических событий вблизи г. Караганда по данным KNDC и СОМЭ МОН РК [16]

№	Дата, дн мес год	$t_0$ , ч мин с	$\varphi^\circ$ , N	$\lambda^\circ$ , E	$h$ , км	MPVA	$MS_{\text{per}}$ [3]	$K_p$
1	13.11.2005	12 03 54.0	49.430	73.308	6	3.7	–	9.2
2	19.06.2014	01 25 35.9	49.539	72.867	–	2.6	–	6.7
3	<b>21.06.2014</b>	<b>06 30 03.4</b>	<b>49.555</b>	<b>72.968</b>	<b>9</b>	<b>5.2</b>	<b>4.0</b>	<b>11.7</b>
4	21.06.2014	06 47 04.9	49.491	72.999	–	2.1	–	5.8
5	09.07.2014	22 47 15.3	49.498	72.904	–	2.9	–	6.9
6	28.07.2014	03 13 33.2	49.474	72.951	–	2.3	–	4.8

**Результаты макросейсмического обследования очаговой области.** Макросейсмическое обследование эпицентральной территории Карагандинского землетрясения проведено сотрудниками Института геофизических исследований – ведущим геологом А.Е. Великановым и м.н.с. А.Н. Узбековым – через неделю после землетрясения, с 28 июня по 3 июля. Обследование было проведено путем объезда 34 населенных пунктов на территории, радиусом чуть больше 100 км вокруг эпицентра произошедшего землетрясения [17], и составления анкетированных опросов для установления фактической балльности в посещенных пунктах опроса по шкале сейсмической интенсивности MSK-64 [10]. Маршруты объезда населенных пунктов совпадали с основными направлениями автодорожных трасс, расходящихся в различных направлениях от областного центра г. Караганда. В начале исследований основное внимание было уделено эпицентральной области в районе пос. Карабас, где в непосредственной близости от эпицентра было посещено пять объектов, на которых проведены опросы людей, осмотр местности с фотографированием объектов осмотра. Всего посещено 38 пунктов, проведено 50 опросов.

**$I_0=5$  баллов.** В зоне пятибалльных сотрясений, охватывающих площадь около 500 км<sup>2</sup>, оказались г. Абай, поселки Карабас и Топар, а также полевой лагерь геологической экспедиции. В этой зоне все люди почувствовали толчки, многие приняли толчки за последствия сильного взрыва в шахте или в карьере, многие в домах испугались и стремились покинуть помещение, почти все сумели оценить длительность колебаний (от 5–6 с до 10 с), большинство жителей различили фазы сотрясений: два толчка, «сначала 2–3 с слабый толчок, затем 2–3 с сильный толчок,

потом сотрясения». Часть людей, находящихся в одноэтажных домах или в машинах, сильный толчок приняли за удар наехавшей грузовой машины. При этом некоторые слышали нарастающий шум в виде проезжающей мимо тяжелой машины. Землетрясение сопровождалось кратковременным раскачиванием предметов и мебели. После землетрясения в г. Абаи прошел слух, что на крышах 4-этажных зданий были повреждены и осыпались кирпичные вентиляционные трубы (рис. 6). Но в процессе макросейсмического обследования было установлено, что эти трубы давно стали осыпаться по старости самих зданий.



**Рис. 6.** Вид кирпичной вентиляционной трубы на крыше 4-этажного здания старой застройки в г. Абае

В эпицентральной зоне, в радиусе примерно 1–2 км, где наиболее сильно ощущались сотрясения, находился пос. *Карабас*, восточнее – гора *Карабас* с относительной высотой до 130 м (абс. отметка 661 м) и Карабасский каменный карьер на западном склоне горы. Многие люди приняли толчки за последствия сильного взрыва в карьере, хотя был субботний день, когда взрывы в карьере не производятся. В магазине с полок попадали стопки консервных банок. На горе Карабас во время землетрясения находился пастух со стадом коров. Коровы очень испугались и сильно мычали в течение примерно одной минуты. Сам пастух тоже сильно перепугался, ему показалось, что со склона горы с грохотом покатались большие камни разме-

ром 0.5–1 м. В процессе последующего осмотра при макросейсмическом обследовании были замечены большие камни у подножия склонов межгорных логов, но следов их перемещения не отмечено.

На стенах старого административного здания управления Карабасского каменного карьера после недавнего ремонта появились небольшие, до 1–2 мм шириной, свежие трещины между помещениями (рис. 7) и осыпалась штукатурка (рис. 8). С тыльной стороны здания (по словам главного инженера карьера) старые трещины в стенах шириной до 1–2 см и более расширились примерно в два раза (рис. 9).



**Рис. 7.** Свежие трещины между помещениями после ремонта на стенах административного здания карьера



**Рис. 8.** Откол штукатурки на стенах административного здания карьера



**Рис. 9.** Расширение в 2 раза старых трещин шириной до 1–2 см в стенах с тыльной стороны административного здания

По рассказу главного инженера карьера, находившегося в момент землетрясения в своем кабинете, подземный толчок был такой силы, что ему показалось, будто бы в административное

здание въехал груженный Камаз. Шкаф около стены покачнулся, верхняя его часть отошла от стены на 25 см и вернулась обратно. Сверху со шкафа слетела картонная коробка с папками документов, которые рассыпались по полу. Через час после землетрясения в карьер приехали прокурор с начальником полиции г. Абаи и акимом пос. Карабас, чтобы задержать главного инженера за якобы «мощный несанкционированный взрыв в карьере». На следующий день главный инженер обнаружил, что рядом с карьером, на отвале склада временного хранения отсева (продукт дробления щебня в объеме около 200 000 м<sup>3</sup>), размерами 250×125 м по основанию и нарастающей по длине высотой до 50 м в центральной части, образовалась вертикальная трещина шириной со спичечный коробок – 5 см, вытянутая по длине отвала. В последующие дни трещина была затоптана грузовыми машинами, привозящими отсев.

Исходя из вышеотмеченных характеристик зданий и незначительных их повреждений, ощущений землетрясения людьми и животными, перемещения предметов и следов толчка на дневной поверхности, был определен макросейсмический эпицентр с координатами  $\varphi_m=49.578^\circ\text{N}$  и  $\lambda_m=72.922^\circ\text{E}$ , находящийся близко к месту расположения отвала временного хранения отсева. Таким образом, макросейсмический эпицентр находится практически рядом, в 1.4 км к югу от инструментального эпицентра с координатами  $\varphi_n=49.59^\circ\text{N}$  и  $\lambda_n=72.93^\circ\text{E}$ .

**$I_f=4$  балла.** В зоне 4-балльных сотрясений, охватывающих площадь около 8000 км<sup>2</sup>, оказались города Караганда, Темир-Тау, Акмас, Шахтинск, а также поселки и села Доскей, Долинка, Жармас, Южный, Кызылкой, Спасск и Жумабек. В этой зоне многие люди почувствовали толчки (на верхних этажах толчки почувствовали практически все, ощущалось колебание предметов и мебели), часть из них приняли толчки за последствия взрыва в шахте, некоторые люди стремились покинуть помещение, многие люди различили два толчка и длительность колебаний в 5–10 с. Никто из опрошенных не слышал гула до и после толчков.

**$I_f=3$  балла.** В зоне 3-балльных сотрясений, охватывающих площадь около 20000 км<sup>2</sup>, оказались г. Актау, Кушокинский угольный разрез, поселки и села Кушоки, Токаревка, Байкадам, Ботакара (Ульяновский), Шешенкара, Тогызкудук, Аксу, Аюлы, Сакен Сейфулин, Изумрудный и Шагынды (Красный Круг). В этой зоне только некоторые люди, находившиеся в покое, почувствовали два толчка в течение 5–10 с, единичные люди заметили колебания мебели, настенных зеркал или лампочек. Те, кто почувствовал толчки, также подумали, что это сотрясения от взрыва в близко находящемся карьере. На Кушокинском угольном карьере (в 84 км от эпицентра землетрясения на северо-восток) в этот день взрывные работы не проводились, и несколько рабочих, сидящих в вагончике на территории карьера в обеденный перерыв, в течение нескольких секунд почувствовали волнообразные движения дневной поверхности, похожие на толчки.

**$I_f=2$  балла.** Границы 2-балльной зоны в северной части исследованной территории достоверно установлены по ощущениям и по отсутствию сотрясений в посещенных населенных пунктах. Положение границы двухбалльной зоны в южной части территории носит условный характер из-за отсутствия населенных пунктов за расстоянием 80–100 км от эпицентра. Предположительно двухбалльным сотрясениям подверглась территория площадью более 35000 км<sup>2</sup>. В зоне двухбалльных сотрясений большинство опрошенных не ощутили землетрясения. Слабые толчки почувствовали единичные люди, находившиеся в состоянии полного покоя. Так в пос. Осакаровка (по трассе в сторону г. Астана в 112 км от эпицентра землетрясения) два толчка почувствовали трое лежащих больных на втором этаже районной поликлиники.

**Не ощущалось.** В поселке Киевка, в селах Алгабас и Ынтылы сотрясения уже никто не ощутил.

По результатам макросейсмического обследования [17] составлена табл. 4 макросейсмических данных о Карагандинском землетрясении с указанием эпи- ( $\Delta$ ) и гипоцентральных ( $r$ ) расстояний от макросейсмического эпицентра:  $\varphi_m=49.578^\circ\text{N}$ ,  $\lambda_m=72.922^\circ\text{E}$ .

**Таблица 4.** Макросейсмические данные о Карагандинском землетрясении 21 июня 2014 г.  
с  $K_p=11.7$ ,  $MS=4.0$ ,  $h_{pP}=11$  км

№	Пункт	$\varphi^\circ$ , N	$\lambda^\circ$ , E	$\Delta$ , км	$r$ , км
<b>5–6 баллов</b>					
1	админ. здание карьера	49.579	72.911	0.8	11.0
2	гора Карабас	49.564	72.922	1.6	11.1

№	Пункт	$\varphi^\circ$ , N	$\lambda^\circ$ , E	$\Delta$ , км	$r$ , км
<b>5 баллов</b>					
3	дома ГУЛАГ	49.581	72.922	0.4	11.0
4	пос. Карабас, сев- вост.	49.588	72.922	1.1	11.0



№	Пункт	$\varphi^\circ$ , N	$\lambda^\circ$ , E	$\Delta$ , км	$r$ , км
5	пос. Карабас, запад	49.576	72.889	2.3	11.2
	<b>4–5 баллов</b>				
6	Геологич. экспедиция	49.588	73.002	5.8	12
7	г. Абай	49.638	72.859	8	13
8	пос. Топар	49.519	72.829	9	14
9	пос. Долинка	49.679	72.676	21	24
10	г. Актас	49.779	72.966	23	25
	<b>4 балла</b>				
11	пос. Жаргас	49.529	72.676	18	21
12	г. Шахтинск	49.718	72.588	28	30
13	пос. Южный	49.358	72.906	24	26
14	пос. Спасск (в/ч)	49.537	73.281	27	29
15	с. Жумабек	49.598	73.218	22	25
16	мкр. Юго-Восток	49.793	73.131	29	31
17	г. Караганда (Нов. Город)	49.830	73.085	31	32
18	мкр. Майкудук	49.856	73.185	36	38
19	пос. Доскей	49.856	73.260	40	41
20	г. Темир-Тау	50.048	72.986	52	53
21	с. Кызылкой	49.210	73.397	55	56
	<b>3–4 балла</b>				
22	пос. Изумрудный	49.687	72.038	64	65

№	Пункт	$\varphi^\circ$ , N	$\lambda^\circ$ , E	$\Delta$ , км	$r$ , км
23	пос. Ботакара (Ульяновский)	50.058	73.716	78	79
	<b>3 балла</b>				
24	пос. С. Сейфулин	48.859	72.835	81	82
25	пос. Аксу-Аюлы	48.771	73.681	105	105
26	с. Тогызкудук	49.881	73.585	59	60
27	с. Шешенкара	49.964	74.040	92	93
28	пос. Байкадам	50.015	73.389	59	60
29	пос. Токаревка	50.113	73.159	62	63
30	Кушокинский карьер	50.264	73.395	84	85
31	г. Актау	50.229	73.069	73	74
32	с. Шагынды (Крас. Круг)	50.314	72.725	83	84
	<b>2–3 балла</b>				
33	пос. Кушוקы	50.230	73.403	80	81
	<b>2 балла</b>				
34	с. Майозек	50.245	73.315	80	81
35	пос. Осакаровка	50.561	72.563	112	112.5
	<b>Не ощущалось</b>				
36	пос. Киевка	50.262	71.551	123	123
37	с. Алгабас	49.900	71.616	99	99.6
38	с. Ынтылы	49.691	74.369	105	106

На основе табл. 4 построена карта изосейст (рис. 10).

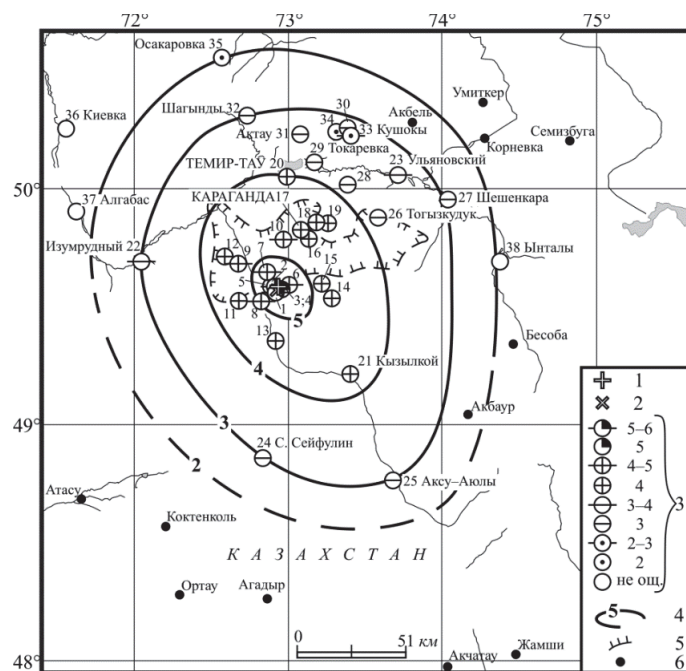


Рис. 10. Карта изосейст Карагандинского землетрясения 21 июня 2014 г. [17]

1, 2 – инструментальный и макросейсмический эпицентры соответственно; 3 – интенсивность сотрясений в баллах по шкале MSK-64 [10]; 4 – изосейста уверенная (приближенная – штрихами); 5 – граница Карагандинского бассейна Карабасса; 6 – населенный пункт.

Согласно полученным результатам, землетрясение ощущалось с интенсивностью сотрясений от 2 до 5 баллов по шкале MSK-64 на площади  $230 \times 190$  км. Изосейсты землетрясения имеют форму, близкую к эллипсу, вытянутому в север–северо-западном направлении. Их параметры приведены в табл. 5.

**Таблица 5.** Основные параметры макросейсмического поля Карагандинского землетрясения 21 июня 2014 г. с  $K_p=11.7$ ,  $MS=4.0$

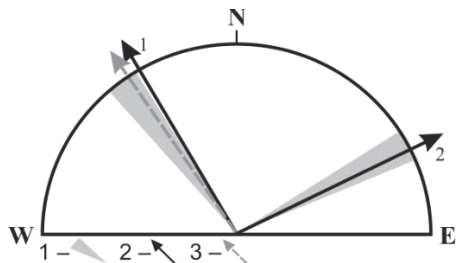
$I_i$ , баллы	Геометрические параметры поля изосейст, км				Площадь $S_i$ зоны, км <sup>2</sup>
	$l_a$	$l_b$	$l_{cp}$	$l_a/l_b$	
5	33	25	29	1.3	500
4	116	81	97	1.4	8000
3	185	144	163	1.3	20000
2	233	185	208	1.3	43000

Примечание.  $l_a$  и  $l_b$  – продольная и поперечная полуоси эллипсов;  $l_{cp}$  – геометрическая средняя, равная  $l_{cp} = \sqrt{l_a \cdot l_b}$ .

**Интерпретация природы очага землетрясения.** Таким образом, из проведенного исследования следует:

- землетрясение 21 июня не было спровоцировано взрывом, поскольку взрывы в карьере в это время не производились;
- по данным механизма очага, землетрясение не является результатом простого обрушения, поскольку знаки первых смещений  $P$ -волн, зарегистрированных в разных азимутах от эпицентра, имеют квадрантное распределение, свойственное тектоническим землетрясениям, реализующимся под действием двойной пары сил (сжатия и растяжения);
- система напряжений, под действием которых произошло землетрясение, согласуется с полем напряжений, в котором реализовались и другие сильные землетрясения западной части Центрально-Казахстанского мелкосопочника [13, 14].

Все эти факторы свидетельствуют о том, что очаг Карагандинского землетрясения имеет тектоническую природу. Для выбора из двух возможных плоскостей истинной плоскости разрыва данные механизма очага сопоставлены со сведениями о главной сети разломов исследуемого района, а также сведениями, полученными в результате макрообследования землетрясения. На рис. 11 отражены все имеющиеся сведения: направления нодальных плоскостей механизма очага, большой оси эллипса изосейст и диапазоны азимутов главной сети разломов.



**Рис. 11.** Сводные направления азимутов большой оси эллипса изосейст, нодальных плоскостей землетрясения и главной сети разломов

1 – диапазон азимутов главной сети разломов; 2 – азимуты нодальных плоскостей очага; 3 – азимут большой оси изосейст.

Из анализа рисунка можно отметить:

- согласованность азимутов обеих нодальных плоскостей очага с направлениями системы разломов, т.е. по этому признаку выбрать наиболее вероятную плоскость разрыва невозможно;
- хорошую согласованность азимута большой оси эллипса изосейст как с нодальной плоскостью север–северо-западного направления, так и с север–северо-западным направлением тектонических разломов исследуемой территории, что свидетельствует в пользу выбора этой нодальной плоскости в качестве действующей плоскости разрыва в очаге.

Результаты анализа свидетельствуют, что с наибольшей вероятностью истинной плоскостью разрыва является плоскость север–северо-западного простирания с азимутом  $331^\circ$  (обратный азимут  $151^\circ$ ).

Таким образом, рассматриваемое землетрясение произошло в результате взбросовой подвижки с некоторой сдвиговой составляющей по крутопадающей ( $82^\circ$ ) плоскости разрыва север–северо-западного простирания, что согласуется с динамикой региональных разломов этого направления.

**Закключение.** Из анализа инструментальных, макросейсмических и геолого-тектонических данных следует, что землетрясение 21 июня не является следствием взрыва или простого обрушения пород, а реализовалось в условиях регионального поля напряжений, под действием которого в очаге произошел разрыв, согласующийся с динамикой и ориентацией главных линейментов региона. На основании этих данных можно сделать вывод, что это – тектоническое землетрясение. В то же время не исключено, что реализация землетрясения могла быть спровоцирована активной взрывной деятельностью в расположенном рядом карьере [18].



## Л и т е р а т у р а

1. Соколова И.Н. Сейсмические группы и станции Республиканского государственного предприятия «Институт геофизических исследований» Министерства энергетики Республики Казахстан в 2014 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – Приложение на CD-ROM.
2. Бектурганова Б.Б., Неверова Н.П. Сейсмические станции Сейсмологической опытно-методической экспедиции Министерства образования и науки Республики Казахстан в 2014 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – Приложение на CD-ROM.
3. Неверова Н.П., Михайлова Н.Н. (отв. сост.), Проскурина Л.П., Бектурганова Б.Б., Проскурина А.В., Далебаева Ж.А., Досайбекова С.К., Мукамбаев А.С. Каталог землетрясений Казахстана за 2014 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – Приложение на CD-ROM.
4. Сейсмологический бюллетень (сеть телесеизмических станций), 2014 // ФИЦ ЕГС РАН [Сайт]. – URL: [ftp://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic\\_bulletin/2014](ftp://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic_bulletin/2014)
5. Европейско-Средиземноморский сейсмологический Центр. – URL: <https://www.emsc-csem.org/Earthquake/>
6. United States Geological Survey (USGS) [Сайт]. – URL: <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/search/>
7. International Seismological Centre (2020). On-line Bulletin. URL: <https://doi.org/10.31905/D808B830>
8. Международный Центр данных ДВЗЯИ. – URL: <http://www.ctbto.org/>
9. Mikhailova N.N., Sokolova I.N. Monitoring system of the Institute of Geophysical Research of the Ministry of Energy of the Republic of Kazakhstan // Summary of the Bulletin of the International Seismological Centre, January-June 2016. – 2019. – V. 53, Issue 1. – P. 27–38.
10. Медведев С.В., Шпонхойер В., Карник В. Международная шкала сейсмической интенсивности MSK-64. – М.: МГК АН СССР, 1965. – 11 с.
11. Михайлова Н.Н., Неделков А.И., Соколова И.Н., Казаков Е.Н., Беляшов А.В. Шалгинское землетрясение в Центральном Казахстане 22.08.2001 г. // Вестник НЯЦ РК. – 2002. – Вып. 2 (10). – С. 78–87.
12. Михайлова Н.Н., Неделков А.И., Соколова И.Н., Казаков Е.Н., Беляшов А.В., Полешко Н.Н. Шалгинское землетрясение 22 августа 2001 года с  $M_w=5.2$ ,  $I_0=6$  (Центральный Казахстан) // Землетрясения Северной Евразии в 2001 году. – Обнинск: ГС РАН, 2007. – С. 317–330.
13. Михайлова Н.Н., Неделков А.И., Соколова И.Н., Полешко Н.Н. Исследование сейсмичности территории бывшего Семипалатинского испытательного полигона (СИП) и его окрестностей // Геофизика XXI столетия: Сборник трудов Восьмых геофизических чтений им. В.В. Федынского, ГЕОН, Москва (2–4 марта, 2006 г., Москва). – Тверь: ГЕРС, 2007. – С. 179–190.
14. Неверова Н.П., Гессель М.О., Михайлова Н.Н., Соколова И.Н. Казахстан // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – С. 124–131.
15. Досайбекова С.К. (отв. сост.), Полешко Н.Н., Михайлова Р.С. Каталог механизмов очагов землетрясений Казахстана за 2014 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – Приложение на CD-ROM.
16. Соколова И.Н. Фор- и афтершоки Карагандинского (Карабасского) землетрясения 21 июня 2014 г. с  $K_p=11.7$ ,  $MPVA=5.2$  // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – Приложение на CD-ROM.
17. Михайлова Н.Н., Великанов А.Е., Узбеков А.Н. О землетрясении близ Караганды 21 июня 2014 года // Вестник НЯЦ РК. – 2015. – Вып. 3. – С. 94–100.
18. Соколова И.Н., Михайлова Н.Н., Великанов А.Е., Полешко Н.Н. Техногенная сейсмичность на территории Казахстана // Вестник НЯЦ РК. – 2017. – Вып. 2. – С. 47–58.

**KARAGANDA (KARABASS) EARTHQUAKE on June 21, 2014,** **$K_p=11.7$ ,  $MS=4.0$ ,  $I_0^p=5$  (Central Kazakhstan)****N.N. Mikhailova, A.Ye. Velikanov, A.N. Uzbekov, I.N. Sokolova***Institute of Geophysical Research of the Ministry of Energy of the Republic of Kazakhstan,  
Almaty, Kazakhstan, mikhailova@kndc.kz, sokolova@kndc.kz*

**Abstract.** The work shows the results of macroseismic analysis of the earthquake with  $m_b=5.2$  occurred near Karaganda on June 21, 2014 and recorded by seismic stations of the Institute of Geophysical Research ME RK. Basing on the data of macroseismic examination that included acquisition and analysis of information on the damaged houses and industrial buildings, the shaking intensity on MSK-64 scale was estimated for 34 settlements on the territory of  $\approx 100$  km radius around the earthquake epicenter. For the Karaganda earthquake localized in the area that was

previously considered aseismic the basic parameters is studied, the focal mechanism is constructed, and the isoseismal map is compiled. Basing on the analysis of seismic records, focal mechanism and geological and tectonic features of the region, it was concluded that the natural-induced nature of the earthquake is most probable.

**Keywords:** natural-induced earthquake, source mechanism, macroseismic survey results, Central Kazakhstan.

**DOI:** 10.35540/1818-6254.2020.23.34

**For citation:** Mikhailova, N.N., Velikanov, A.Ye., Uzbekov, A.N., & Sokolova, I.N. (2020). [Karaganda (Karabass) earthquake on June 21, 2014,  $K_p=11.7$ ,  $MS=4.0$ ,  $I_0^P=5$  (Central Kazakhstan)]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), 334–343. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2020.23.34

## References

1. Sokolova, I.N. (2020). [Seismic groups and stations of the Republican State Enterprise “Institute of Geophysical Research” of the Ministry of Energy of the Republic of Kazakhstan in 2014]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), Appendix on CD. (In Russ.).
2. Bekturganova B.B., & Neverova, N.P. (2020). [Seismic stations of the Seismological experimental-methodical expedition of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan in 2014]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), Appendix on CD. (In Russ.).
3. Neverova, N.P., Mikhailova, N.N., Proskurina, L.P., Bekturganova, B.B., Proskurina, A.V., Dalebabaeva, Zh.A., Dosaibekova, S.K., & Mukambaev, A.S. (2020). [Catalog of Kazakhstan earthquakes in 2014]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii*. [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), Appendix on CD (In Russ.).
4. GS RAS, Bulletin of Teleseismic Stations, 2014. (2020). Retrieved from [ftp://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic\\_bulletin/2014](ftp://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic_bulletin/2014)
5. European Mediterranean Seismological Centre. (2020). [Site]. – Retrieved from <http://www.emsc-seism.org/Earthquake/earthquake.php>
6. USGS, National Earthquake Information Centre (2020). Retrieved from: <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/search/>
7. International Seismological Centre (2020). On-line Bulletin. Retrieved from <https://doi.org/10.31905/D808B830>
8. CTBTO, International Data Centre. (2020). Retrieved from <http://www.ctbto.org/>
9. Mikhailova, N.N., & Sokolova, I.N. (2019). Monitoring System of the Institute of Geophysical Research of the Ministry of Energy of the Republic of Kazakhstan. *Summary of the Bulletin of the International Seismological Centre*, 53(I), 27–38.
10. Medvedev, S.V., Shponhoyer, V., & Karnik, V. (1965). *Mezhdunarodnaia shkala seysmicheskoy intensivnosti MSK-64* [MSK-64 International seismic intensity scale]. Moscow, Russia: MGK Academy of Sciences USSR Publ., 11 p. (In Russ.).
11. Mikhailova, N.N., Nedelkov, A.I., Sokolova, I.N., Kazakov, E.N., & Beliashov, A.V. (2002). [Shalgin earthquake in Central Kazakhstan 22.08.2001]. *Vestnik NIATs RK* [NNC RK Bulletin], 2(10), 78-87. (In Russ.).
12. Mikhailova, N.N., Nedelkov, A.I., Sokolova, I.N., Kazakov, E.N., Beliashov, A.V., & Poleshko, N.N. (2007). [Shalgin earthquake of August 22, 2001,  $M_w=5.2$ ,  $I_0=6$  (Central Kazakhstan)]. In *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii v 2001 godu*. [Earthquakes of the North Eurasia, 2001] (pp. 317–330). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.).
13. Mikhailova, N.N., Nedelkov, A.I., Sokolova, I.N., & Poleshko, N.N. (2007). [Investigation of seismicity of the former Semipalatinsk Test Site (STS) territory and its vicinity] In *Geofizika KhKhI stoletia: Sbornik trudov Vos'mykh geofizicheskikh chtenii im. V.V. Fedynskogo*. [Geophysics of XXI century: Collection of proceedings of V.V. Fedynskiy 8th geophysical readings] (pp. 179–190). Tver', Russia: GERS Publ. (In Russ.).
14. Neverova, N.P., Gessel', M.O., Mikhailova, N.N., & Sokolova, I.N. (2018). [Kazakhstan]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes of the North Eurasia], 21(2012), 124–131. (In Russ.).
15. Dosaibekova, S.K., Poleshko, N.N. & Mikhailova, R.S. (2020). [Catalog of focal mechanisms of Kazakhstan earthquakes in 2014]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), Appendix on CD. (In Russ.).
16. Sokolova, I.N. (2020). [List of for- and aftershocks of Karaganda (Karabass) earthquake on June 21, 2014,  $K_p=11.7$ ,  $MPVA=5.2$ ]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), Appendix on CD. (In Russ.).
17. Mikhailova, N.N., Velikanov, A.E., & Uzbekov, A.N. (2015). [On the earthquake near Karaganda of June 21, 2014]. *Vestnik NIATs RK* [NNC RK Bulletin], 3, 94–100. (In Russ.).
18. Sokolova, I.N., Mikhailova, N.N., Velikanov, A.E., & Poleshko, N.N. (2017). [The induced seismicity on the territory of Kazakhstan]. *Vestnik NIATs RK* [NNC RK Bulletin], 2, 47–58. (In Russ.).