

**ЧИНГИЗСКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 20 января 2015 г. с $K_p=12.2$, $mb=5.6$, $I_0^P=5-6$ баллов
ВБЛИЗИ СЕМИПАЛАТИНСКОГО ПОЛИГОНА (Восточный Казахстан)**

Мукамбаев А.С.^{1,2}, Михайлова Н.Н.¹, Соколов А.Н.¹

¹Институт геофизических исследований РГП НЯЦ РК, г. Курчатов, Казахстан
mikambayev@kndc.kz, mikhailova@kndc.kz, asokolov@kndc.kz

²Казахский Национальный Исследовательский Технический Университет им. К.И. Сатпаева,
г. Алматы, Казахстан

Аннотация. В работе представлены результаты анализа данных регистрации землетрясения с магнитудой $mb=5.6$, произошедшего 20 января 2015 г. в слабоактивном районе Восточного Казахстана близ границы бывшего Семипалатинского испытательного полигона. Приведена краткая характеристика сейсмичности района Семипалатинского полигона, относящегося к асейсмичным районам по действующей карте общего сейсмического районирования. Землетрясение зарегистрировано стационарными сейсмическими станциями Института геофизических исследований Министерства Энергетики Республики Казахстан, а также двумя акселерометрами сильных движений. Землетрясение ощущалось на территории до 300 км от эпицентра, максимальная интенсивность 5–6 баллов по шкале MSK-64 отмечена в населенном пункте Медеу. Приведен механизм очага землетрясения, рассчитаны параметры сейсмических воздействий и спектры реакции.

Ключевые слова: Семипалатинский Испытательный Полигон (СИП), разлом, землетрясение, интенсивность, механизм очага, сейсмическая группа, карта сейсмического районирования, Восточный Казахстан.

DOI: 10.35540/1818-6254.2021.24.25

Для цитирования: Мукамбаев А.С., Михайлова Н.Н., Соколов А.Н. Чингизское землетрясение 20 января 2015 г. с $K_p=12.2$, $mb=5.6$, $I_0^P=5-6$ баллов вблизи Семипалатинского полигона (Восточный Казахстан) // Землетрясения Северной Евразии. – 2021. – Вып. 24 (2015 г.). – С. 258–266. doi: 10.35540/1818-6254.2021.24.25

Введение. В течение последних 70 лет при детальном изучении сейсмического режима в Казахстане, начавшемся в 1951 г. с создания сети сейсмических станций в районе Северного Тянь-Шаня, основное внимание сейсмологов всегда уделялось областям высокой сейсмической активности, где уже были известны сильные и катастрофические землетрясения. Развитие сетей наблюдений отражало этот факт: станции устанавливались в районах очагов уже известных землетрясений. Но огромная часть территории Казахстана, считавшаяся асейсмичной, оставалась практически неисследованной. Карты сейсмического районирования, одним из базовых элементов для создания которых являются каталоги землетрясений, отражали эту сложившуюся обстановку: опасность прогнозировалась там, где уже была известна сейсмическая активность. Вновь происходящие сильные события в недостаточно изученных местах становились триггером к созданию сначала временных карт сейсмического районирования, а затем – к пересмотру действующих карт. В районах уже произошедших землетрясений начинали развиваться сети сейсмических наблюдений.

Например, так было после Зайсанского землетрясения 1990 г. с $MLH=6.9$ в Восточном Казахстане [1], после которого в г. Зайсане были установлены стационарная сейсмическая станция и несколько приборов сильных движений. Возможность возникновения здесь сильных землетрясений была учтена в следующих картах сейсмического районирования.

В последние два десятилетия стало больше внимания уделяться событиям в платформенных областях Казахстана, где каждое выявленное событие рассматривается подробно с точки зрения его природы и возможности повторения. Этому способствовало создание новой сети станций Института геофизических исследований Национального ядерного центра республики Казахстан (ИГИ НЯЦ РК), сейсмические группы которой расположены по периметру страны вне зависимости от уровня сейсмичности в районе их дислокации [2]. За время существования этой сети зарегистрированы и изучены несколько сильных землетрясений с проявлениями сейсмического эффекта в эпицентральной зоне интенсивностью от 6 до 8 баллов по шкале MSK-64. Первым

таким землетрясением было Шалгинское землетрясение в Центральном Казахстане в 2001 г. ($M_w=5.2$, $I_0=6$ баллов). В 2008 г. в Западном Казахстане произошло Шалкарское землетрясение ($M_w=5.0$, $I_0=7-8$ баллов). В 2014 г. отмечено событие вблизи г. Караганды ($M_s=5.0$, $I_0=5-6$ баллов). Всем этим землетрясениям в ежегодниках «Землетрясения Северной Евразии» посвящены отдельные статьи [3, 4, 5].

Настоящая статья посвящена произошедшему в 2015 г. землетрясению в слабосейсмичном районе расположения бывшего Семипалатинского испытательного полигона (СИП). Территория бывшего СИП вызывает интерес сейсмологов, так как ранее она подвергалась колоссальной техногенной нагрузке в результате многочисленных ядерных испытаний. По карте сейсмического районирования, действующей в 2015 г. [6], район полигона относится к асейсмичным территориям. В настоящее время на этой территории размещен ряд объектов, относящихся к ответственным объектам атомной отрасли.

Сейсмичность территории СИП и окружающих районов. Сотрудниками центра данных ИГИ НЯЦ РК был проведен детальный анализ исторических литературных материалов и записей архивных сейсмограмм, в результате которого были найдены сведения об ощутимых землетрясениях, которые происходили на территории СИП и вблизи нее еще задолго до начала функционирования полигона. Так, в работе [7] приведены сведения о сильных тектонических событиях из района, где впоследствии будет расположен СИП. Событие, которое произошло 28 сентября 1925 г., $t_0=21^h42^m40(\pm 20)^s$, $\varphi=50(\pm 1)^\circ$, $\lambda=77(\pm 1)^\circ$, имело очаг в районе Главного Чингизского разлома. Его магнитуда составила $M_s\sim 5.8(\pm 0.5)$. Такое землетрясение способно вызвать в эпицентральной зоне колебания с интенсивностью, в зависимости от глубины очага, 7 и даже 8 баллов.

Позже в этом районе было отмечено землетрясение 20 марта 1976 г., $M_s=5.1$ (рис. 1). Оно подверглось тщательному анализу со стороны зарубежных ученых, направленному на выяснение природы события, т.е. на решение вопроса, не является ли это событие ядерным взрывом (например, [8]). Был сделан вывод, что это событие является землетрясением, а не взрывом. Сейсмограмма этого землетрясения представлена на рис. 1.

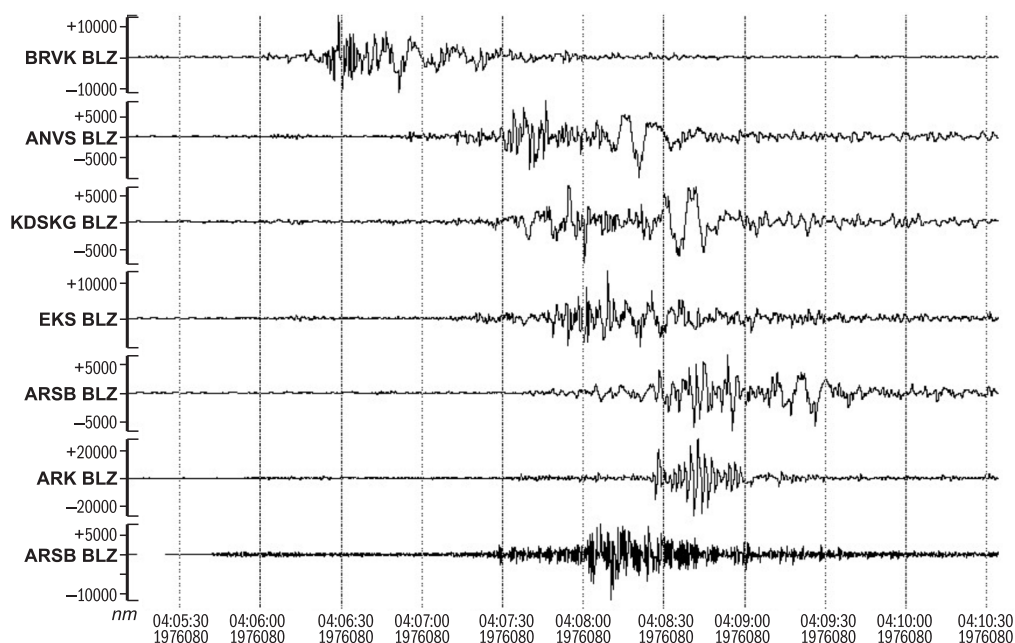


Рис. 1. Сейсмограмма землетрясения 20.03.1976 г. с $M_s=5.1$, $I_0=5-6$ баллов с очагом в районе хребта Муржик

Позднее, когда начала функционировать сейсмическая сеть ИГИ НЯЦ РК, также были зарегистрированы землетрясения с очагами вблизи Семипалатинского испытательного ядерного полигона. По сейсмическим записям станций ИГИ НЯЦ РК 26 марта 1996 г. были выявлены сигналы от землетрясения с $MPVA=4.7$. Его эпицентр находился в непосредственной близости к горному массиву Дегелен. Географически эта местность относится к северным склонам хребта Муржик, в районе глубинного Главного Чингизского разлома. В г. Курчатове, расположенном вблизи

восточной границы СИП, это землетрясение ощущалось с интенсивностью 3 балла. Это событие вызвало большой интерес среди исследователей, занимающихся проблемами сейсмомониторинга ядерных взрывов, поскольку его эпицентр близок к местам проведения ядерных испытаний. Детальный анализ записей позволил специалистам убедиться, что это событие является землетрясением, обусловленным глубинными тектоническими процессами в земной коре.

Для детального исследования природной сейсмичности этого района, а также выявления возможных техногенных событий, связанных с ранее проведенными взрывами на СИП, в период 2005–2010 гг. (кроме 2009 г., когда наблюдения не проводились) на территории СИП были организованы полевые сейсмические наблюдения [9] (рис. 2). Ежегодно на полевой сезон здесь устанавливались от пяти до десяти временных станций. При проведении обработки данных в комплексе использовались записи полевых станций и стационарной сейсмической группы Курчатов-Крест, которая входит в состав Международной Системы Мониторинга (МСМ) Организации Договора о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний (ОДВЗЯИ). Сейсмическая группа расположена на северо-востоке территории СИП. Группа состоит из 21 элемента, среди которых одна трехкомпонентная сейсмическая станция и 20 однокомпонентных вертикальных приборов [10]. Группа была сертифицирована Международной комиссией ОДВЗЯИ в 2006 г. и вошла в строй как вспомогательная станция МСМ СТВТО (рис. 2).

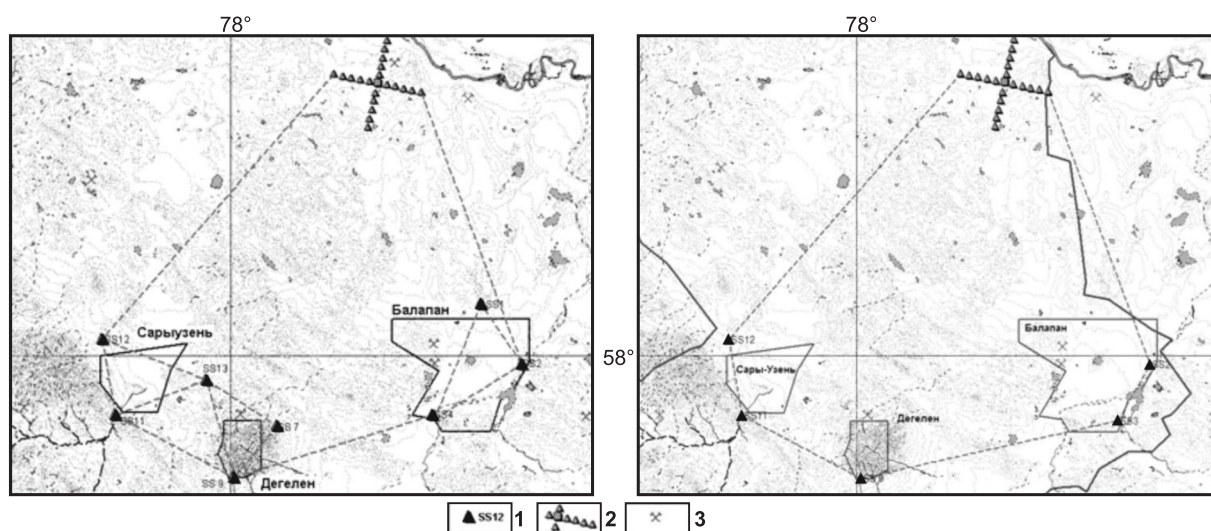


Рис. 2. Примеры расположения сети временных полевых станций наблюдений на площадках СИП в разные годы

1 – полевые временные сейсмические станции; 2 – стационарная сейсмическая группа Курчатов-Крест; 3 – горнодобывающие объекты.

Благодаря стационарным и полевым наблюдениям на исследуемой территории (рис. 3), а также работе с архивными данными, в каталог за период до 2015 г. включено 140 землетрясений, сильнейшим из которых за инструментальный период наблюдений остается землетрясение 1925 г. с магнитудой 5.8. Было установлено, что наиболее сейсмически активным является район концентрации очагов землетрясений на западной границе СИП, связанный с Главным Чингизским разломом (рис. 4).

Главный Чингизский разлом имеет северо-западное простирание и отличается прямолинейностью простирания. Он прослеживается на расстоянии, равном в общей сложности почти 600 км, протягиваясь от западных предгорий хр. Тарбагатай на юге к восточному краю хр. Муржик на севере. Таким образом, Главный Чингизский разлом пересекает всю территорию СИП (рис. 4). На северо-западе от хр. Муржик он приобретает более близкое к меридиональному направление.

На крайнем юго-востоке разлом исчезает под рыхлыми отложениями Алакольской межгорной впадины, в пределах которой геофизическими методами этот разлом прослеживается еще на расстоянии 140 км, почти до границы с КНР [11].

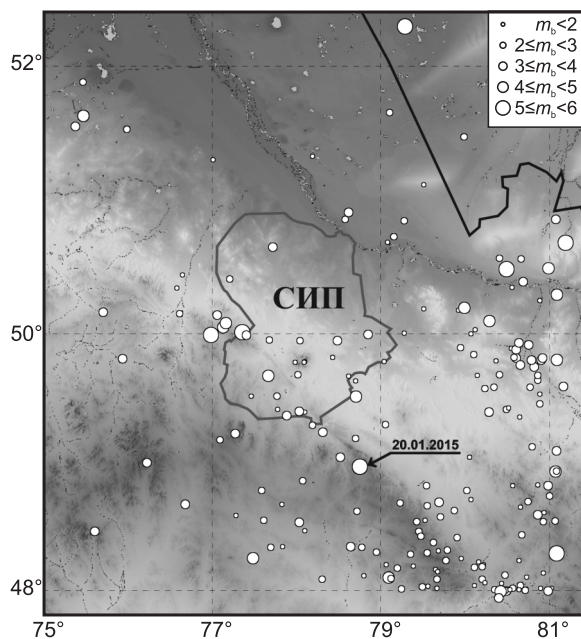


Рис. 3. Карта эпицентров всех выявленных землетрясений из района СИП. Темно-серый контур – территория СИП [12]

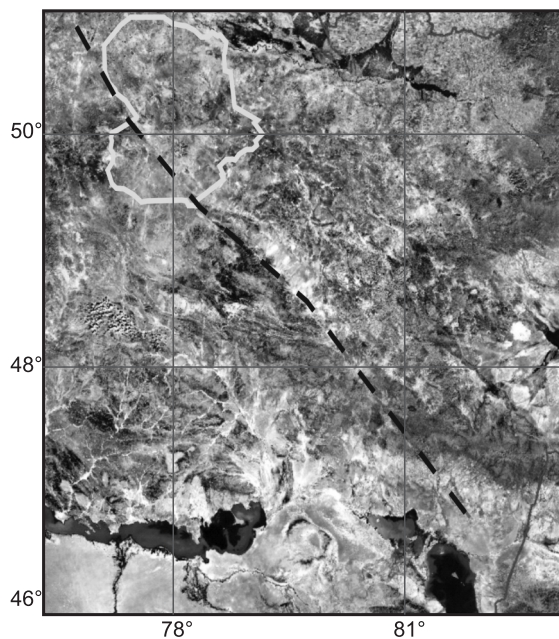


Рис. 4. Главный Чингизский разлом (пунктирная линия) на спутниковом снимке LandSat. Светло-серый контур – территория СИП [12]

Главный Чингизский разлом относится к глубинным разрывным нарушениям первого порядка и имеет взбросо-сдвиговый характер с падением на юго-запад. Угол падения главных сместителей – $70-80^\circ$. Разлом представлен геоморфологически в виде уступов и разграничивает участки мелкосопочника от мелкогорья. Зона разлома интенсивно расланцована, некоторые участки окварцованы. Ширина зоны разлома достигает сотни метров [13]. Как показывают экспериментальные данные регистрации событий, Главный Чингизский разлом является активным на большом протяжении.

Главный Чингизский разлом отчетливо выделяется при дешифрировании снимка спутника LandSat (рис. 4) протяженным и контрастным линейным элементом, разделяющим участки разного цвета и мозаичности спектра. Это характерно для региональных разломов первого порядка, представляющих собой зону трещиноватости мощностью около 150 м. В горной местности он выражается рельефными уступами с превышением до 10–50 м, реже до 100–200 м (например, в районе Муржикских гор и хребта Хан-Чингиз).

Чингизское землетрясение 20 января 2015 г. в 09^h30^m и его основные параметры. В исследуемом районе 20 января 2015 г. в 09^h30^m (15^h30^m по времени Астаны) произошло довольно сильное землетрясение. В табл. 1 приведены его основные параметры по данным различных центров данных. Все станции сети РГП ИГИ записали это землетрясение, самыми близкими к эпицентру землетрясения являлись сейсмические группы Курчатова и Маканчи. Эпицентральное расстояние до них составляло 183 и 359 км (рис. 5). Очаг землетрясения расположен в районе Главного Чингизского хребта в Чингиз-Алакольской сейсмогенерирующей зоне. Землетрясение ощущалось на большой территории Казахстана, на расстояниях от эпицентра до 300 км. В г. Курчатове оно проявилось с интенсивностью 4 балла, в г. Семей – 2–3 балла, в г. Усть-Каменогорск (ныне Оскемен) – 2 балла (рис. 5).

Характеристика макросейсмических проявлений Чингизского землетрясения. Землетрясение вызвало резонанс в Восточно-Казахстанской области (ВКО), поскольку ощутимые землетрясения на этой территории происходят редко. Особенно сильно оно проявилось в Абайском районе ВКО. 22 января на имя руководителя Центра данных Михайловой Н.Н. поступило письмо от акимата Абайского района ВКО с просьбой дать сведения об интенсивности сотрясений в ряде населенных пунктов (Карауыл, Кенгирбай, Кокбай, Кундызды, Архат, Каскабулак, Медеу, Токтамыс, Саржал) Абайского района, жители которых сильно ощущали землетрясение, наблюдались небольшие повреждения строений и легких построек – сараев, времянки и т.д., в отдельных случаях – даже их обрушение.

Таблица 1. Параметры землетрясения 20 января 2015 г. в 09^h30^m по данным различных сейсмологических центров

Автор	t_0 , ч мин с	Гипоцентр				Магнитуда, класс			Источ- ник
		φ°, N	λ°, E	h , км	$Nsta$	mb	M_s	K_p	
IDC	09:30:53.79	49.0212	78.9568	0.0f	–	4.5	3.8	–	[14]
BJI	09:30:53.80	49.1400	79.0100	13.0	–	4.6	4.7	–	[14]
MOS	09:30:55.00	48.9660	78.9210	22.0	–	5.0	4.0	–	[14]
BGR	09:30:55.11	47.7410	79.8700	33.0	–	4.5	–	–	[14]
NEIC	09:30:55.25	49.0185	78.8175	10.0f	–	4.9	–	–	[14]
SOME	09:30:55.8	48.9830	78.6500	15	26	–	4.9	–	[14]
KNDC	09:30:56.46	48.9816	78.7593	14.2	–	5.6	5.3	12.24	[14]
ASRS	09:31:01.16	49.1345	79.2188	10.0f	46	–	–	–	[14]
ISC	09:30:54.5	49.0103	78.8771	7.2	531	4.8	4.1	–	[14]

Примечание. Расшифровка кодов агентств дана в Обозначениях к настоящему выпуску; f – фиксированная глубина.

Выехать в эпицентральную область землетрясения не представлялось возможным. Поэтому по телефону были проведены обзвоны этих пунктов для получения сведений об ощущениях. Мы отдавали себе отчет, что полученные по телефону сведения не могут в полной мере заменить посещения пунктов при макросейсмическом обследовании, однако в условиях, когда выезд специалистов в эпицентральную область невозможен, такой способ получения информации может дать полезные сведения.

Дополнительно были определены расчетные значения интенсивности для всех перечисленных населенных пунктов по известному уравнению макросейсмического поля Блейка-Шеба-лина [15]:

$$I = bM_s - v \lg \sqrt{\Delta^2 + h^2} + c, \quad (1)$$

где M_s – магнитуда землетрясения, Δ – эпицентральное расстояние, h – глубина гипоцентра, b , v , c – коэффициенты в уравнении (1) для Средней Азии и Казахстана, равные в [15] 1.5, 3.5, 3.0 соответственно. В качестве параметров эпицентра принимались значения, полученные в KNDC (см. табл. 1), значение глубины принималось $h=14$ км.

В табл. 2 и на рис. 5 представлены наблюдаемые и расчетные значения интенсивности проявления землетрясения 20.01.2015 г. в населенных пунктах.

Таблица 2. Наблюденная и расчетная интенсивности сотрясений в населенных пунктах Восточного Казахстана от землетрясения 20.01.2015 г.

№	Пункт	Координаты пункта		Δ , км	Интенсивность, баллы	
		φ°, N	λ°, E		Наблюденная	Расчетная
1	пос. Медеу	49.250	78.873	25	5–6	5–6
2	пос. Карауыл	48.951	79.259	32	5	5
3	пос. Кенгирбай	48.902	79.244	33	5	5
4	пос. Токтамыс	49.219	78.344	42	5	5
5	пос. Кокбай	48.754	79.334	47	5	5
6	пос. Саржал	49.600	78.739	64	4	4
7	пос. Кундызды	48.550	79.625	78	4	4
8	пос. Архат	49.034	80.063	90	4	4
9	пос. Каскабулак	49.567	79.867	96	4	4
10	г. Курчатов	50.750	78.550	197	4	3
11	г. Семей	50.426	80.266	194	2–3	3
12	г. Оскемен	49.948	82.628	299	2	2

Механизм очага. Решение получено Полешко Н.Н. по сведениям о направлениях первых движений в продольных волнах [16]. В качестве исходного материала были использованы данные сейсмических станций сети ИГИ НЯЦ РК. Всего использовано 15 знаков первых вступлений P -волн, степень согласованности используемых знаков составляет 100 %. Тип механизма очага характеризуется взбросом с незначительной сдвиговой составляющей. Одна из возможных плоскостей разрыва имеет субширотное простирание и падает на север под углом 43° . Вторая нодальная плоскость имеет северо-восточное простирание и круто падает на юго-восток (табл. 3, рис. 5).

Надо отметить, что хотя эпицентр Чингизского землетрясения приурочен к зоне Главного Чингизского разлома, ни одна из нодальных плоскостей механизма очага не совпадает с его северо-западным простиранием. Вероятно, подвижка произошла по секущему или оперяющему разлому.

Таблица 3. Механизм очага Чингизского землетрясения 20.01.2015 г.

Дата дд.мм.гггг	h , км	K_p	M_s	Оси главных напряжений						Нодальные плоскости					
				T		N		P		NP1			NP2		
				PL	AZM	PL	AZM	PL	AZM	STK	DP	SLIP	STK	DP	SLIP
01.02.2015	15	12,2	4,9	51	257	35	46	15	147	276	43	148	30	68	52

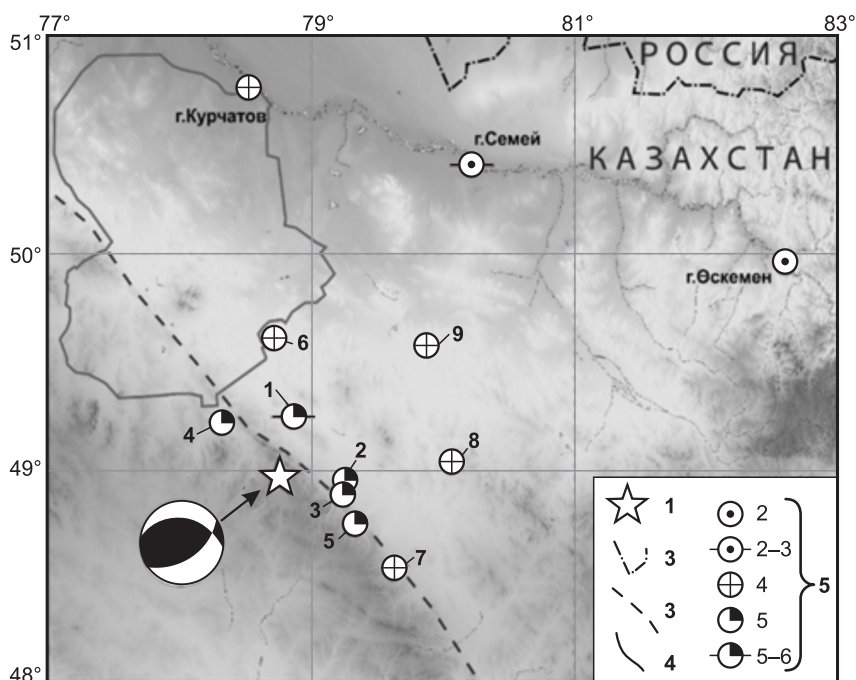


Рис. 5. Карта пунктов-баллов и стереограмма механизма очага в проекции нижней полусферы [16] Чингизского землетрясения 20.01.2015 г. (зачернены области сжатия)

1 – инструментальный эпицентр; 2 – государственная граница; 3 – Главный Чингизский разлом; 4 – территория СИП; 5 – интенсивность сотрясений в баллах по шкале MSK-64. Номера рядом с пунктами соответствуют номерам в табл. 2.

Афтершоки. После главного толчка зафиксированы два афтершока, зарегистрированные станциями ИГИ НЯЦ РК. Один из них произошел через три дня, другой – через 13 дней после главного толчка. Доказать их связь с основным толчком удалось корреляционным методом. Параметры афтершоков приведены в табл. 4 [17].

Таблица 4. Параметры афтершоков Чингизского землетрясения

Дата дд.мм.гггг	t_0 , ч мин с	φ° , N	λ° , E	h , км	$m_p v$	K_p
23.01.2015	7:45:58.975	49.04	79.24	0	2.8	6.5
02.02.2015	6:05:02.176	49.04	78.84	8	3.0	7.2

Записи акселерометров сильных движений. Землетрясение было зарегистрировано двумя акселерометрами сильных движений, установленными в г. Курчатове на станции IRIS/IDA KURK (акселерометр FBA-23) и на станции IRIS/GSN MAKZ. Эпицентральные расстояния соответственно 193 и 341 км. Записи акселерометра на ближайшей станции Курчатов приведены на рис. 6.

Параметры ускорений и скорости колебаний при Чингизском землетрясении, определенные по записям двух станций, входящих в сеть IRIS – Курчатов (KURK) и Маканчи (MAKZ), представлены в таблице 5. Рассчитанные спектры реакции землетрясения по станции Курчатов приведены на рис. 7 [18].

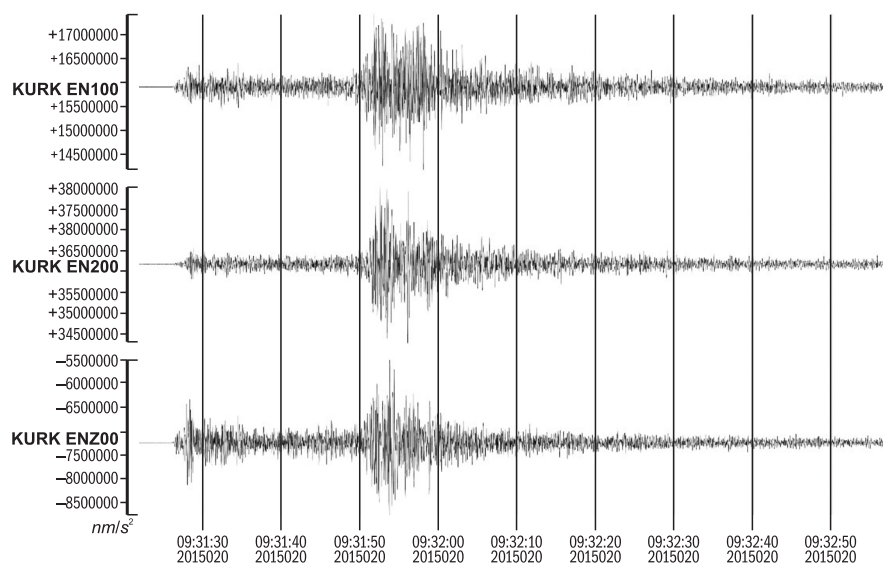


Рис. 6. Акселерограммы землетрясения 20.01.2015 г. по станции KURK, три компоненты, эпицентральное расстояние 193 км

Таблица 5. Параметры записей ускорения A и скорости V землетрясения 20.01.2015 г. станциями KURK и MAKZ

Станция	Δ , км	A , см/с ²			V , см/с			$T(A)$, с	$T(V)$, с
		E-W	N-S	Z	E-W	N-S	Z		
KURK	193	0.8	0.7	0.7	0.03	0.03	0.02	0.17	0.17
MAKZ	341	0.2	0.3	0.2	0.01	0.01	0.01	0.33	0.33

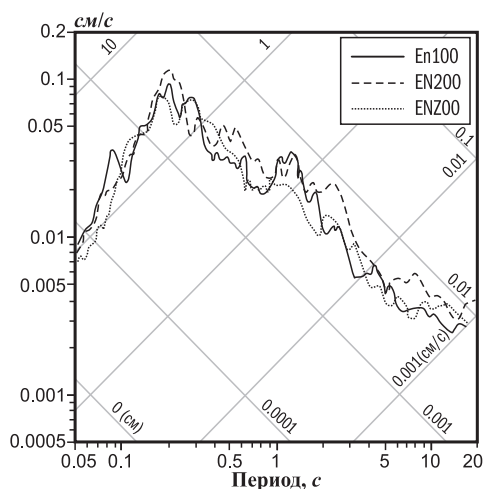


Рис. 7. Спектры реакции землетрясения 20.01.2015 г. в 09^h30^m (станция KURK, три компоненты)

По всем трем компонентам на станции KURK наблюдались практически одинаковые пиковые ускорения при одинаковом периоде колебаний. Это подтверждается и спектрами реакции, на которых пики в спектрах ускорений и скоростей совпадают. Колебания были достаточно высокочастотными, характеризуются доминантными периодами 0,17 с.

Заключение. В слабосейсмичном районе Восточного Казахстана, включающем и окружающем СИП, такое событие, как описываемое Чингизское землетрясение, является далеко не рядовым. На данном участке зоны Главного Чингизского разлома это самое крупное сейсмическое событие за весь период инструментальных наблюдений. Комплекс собранных данных о параметрах главного толчка, механизме его очага, афтершоках, волновой картине записей на стационарных станциях, количественные значения параметров сейсмических воздействий по акселерограммам приборов сильных движений будут использованы при уточнении оценки сейсмической

опасности, столь важной для очень интересного района бывшего Семипалатинского испытательного полигона и расположенных на его территории объектов атомной отрасли.

Л и т е р а т у р а

1. Нурмагамбетов А., Сыдыков А., Тимуш А.В., Хайдаров М.С., Власова А.А., Михайлова Н.Н., Сабитова М.М., Умирзакова А., Гапич В.А. Зайсанское землетрясение 14 июня 1990 г. // Землетрясения в СССР в 1990 году. – М.: Наука, 1996. – С. 54–60.
2. Mikhailova N., Sokolova I. 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. – 2019. – V. 53, N 1. – P. 27–38. doi: 10.31905/RK46YGLU

3. Михайлова Н.Н., Неделков А.И., Соколова И.Н., Казаков Е.Н., Беляшов А.В. 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.
4. Михайлова Н.Н., Великанов А.Е. Шалкарское землетрясение 26 апреля 2008 года с $K_R=11.1$, $M_w=5.1$, $I_0=7$ (Западный Казахстан) // Землетрясения Северной Евразии в 2008 году. – Обнинск: ГС РАН, 2014. – С. 304–312.
5. Михайлова Н.Н., Великанов А.Е., Узбеков А.Н., Полешко Н.Н., Соколова И.Н. Карагандинское (Карабасское) землетрясение 21 июня 2014 г. с $K_R=11.7$, $MPVA=5.2$ (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
6. СНиП РК 2.03-30-2006. Строительство в сейсмических районах // Алматы: ТОО «Издательство LEM», 2006. – 80 с.
7. Чеканинский И.В. Материалы о сейсмических явлениях в Семипалатинской губернии с 1760 по 1927 г. // Записки Семипалатинского отдела ИРГО. – 1927. – № 16. – С. 14–73.
8. Pooley C.I., Douglas A., Pearce R.G. The seismic disturbance of 1976 March 20, East Kazakhstan: Earthquake or explosions? // Geophysical Journal International. – 1983. – V. 74, N 2. – P. 621–631.
9. Морговская М.К., Соколова И.Н., Неделков А.И., Султанова Г.С., Казаков Е.Н. Изучение локальной сейсмичности Семипалатинского испытательного полигона // Вестник НЯЦ РК. – 2006. – № 3. – С. 62–69.
10. Казахстанский Национальный центр данных. Сейсмическая группа «Курчатов-Крест» (KURK, AS058). (2021). [Site]. – URL: https://www.kndc.kz/index.php?option=com_content&view=article&id=9&Itemid=118&lang=ru
11. Самыгин С.Г. Чингизский сдвиг и его роль в структуре Центрального Казахстана // Труды геологического института АН СССР. – М.: Наука, 1974. – № 253. – 208 с.
12. Мукамбаев А.С., Михайлова Н.Н. Сейсмическая опасность главного Чингизского разлома для территории Семипалатинского испытательного полигона // Вестник НЯЦ РК. – 2015. – № 3. – С. 82–86.
13. Комлев А.В. Анализ факторов, способствующих миграции техногенных радионуклидов на территории юго-восточной части СИП // Доклад Международной конференции молодых ученых и специалистов «Актуальные вопросы мирного использования атомной энергии». – Алматы, Казахстан: ИЯФ. – 2012. – С. 35–50.
14. International Seismological Centre. (2021). On-line Bulletin. <https://doi.org/10.31905/D808B830>
15. Кондорская Н.В., Шебалин Н.В. Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. – М.: Наука, 1977. – 536 с.
16. Досайбекова С.К. (отв. сост.); Полешко Н.Н. Каталог механизмов очагов землетрясений Казахстана за 2015 год // Землетрясения Северной Евразии. – 2021. – Вып. 24 (2015 г.). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html>
17. Мукамбаев А.С. (отв. сост.). Афтершоки Чингизского землетрясения 20 января 2015 г. с $K_R=12.2$, $mb=5.6$, $I_0^P=5-6$ баллов // Землетрясения Северной Евразии. – 2021. – Вып. 24 (2015 г.). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html>
18. Kashima T. ViewWave Help. – 2002. – ISEE, BRL.

CHINGIZ EARTHQUAKE on January 20, 2015, $K_R=12.2$, $mb=5.6$, $I_0^P=5-6$

NEAR the SEMIPALATINSK POLYGON (Eastern Kazakhstan)

A.S. Mukambayev^{1,2}, N.N. Mikhailova¹, A.N. Sokolov¹

¹*Institute of Geophysical Research RSE NNC RK, Almaty, Kazakhstan*

mukambayev@kndc.kz, mikhailova@kndc.kz, sokolova@kndc.kz

²*Satbayev University, Almaty, Kazakhstan*

Annotation. The work presents the results of data analysis of the earthquake on January 20, 2015, $mb=5.6$ occurred at the low-active region of Eastern Kazakhstan near the border of the former Semipalatinsk Test Site. The work briefly describes the seismicity of the Semipalatinsk Test Site related to aseismic regions according to the acting map of general seismic zoning. The earthquake was recorded by permanent seismic stations of the Institute of Geophysical Research of the Ministry of Energy of the Republic of Kazakhstan and by two strong-motion accelerometers. The earthquake was felt at distances up to 300 km from the epicentre, its maximum intensity was noted at Medeu settlement where the shaking intensity was 5–6 by the MSK-64 scale. The earthquake focal mechanism is shown, the parameters of seismic effects and response spectra are calculated.

Keywords: Semipalatinsk Test Site (STS), fault, earthquake, intensity, focal mechanism, seismic array, seismic zoning map, East Kazakhstan.

DOI: 10.35540/1818-6254.2021.24.25

For citation: Mukambayev, A.S., Mikhailova, N.N., & Sokolov, A.N. (2021). [Chingiz earthquake on January 20, 2015, $K_R=12.2$, $mb=5.6$, $I_0^P=5-6$ near the Semipalatinsk polygon (Eastern Kazakhstan)]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 24(2015), 258–266. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2021.24.25

References

1. Nurmagambetov, A., Sydykov, A., Timush, A.V., Khaidarov, M.S., Vlasova, A.A., Mikhailova, N.N., Sabitova, M.M., Umirzakova, A., & Gapich, V.A. (1996). [Zaisan Earthquake 14.06.1990]. In *Zemletriaseniia v SSSR v 1990 godu* [Earthquakes in USSR in 1990] (pp. 54–60). Moscow, Russia: Nauka Publ. (In Russ.).
2. Mikhailova, N., & Sokolova, I. (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(1), 27–38. doi: 10.31905/RK46YGLU
3. Mikhailova, N.N., Nedelkov, A.I., Sokolova, I.N., Kazakov, E.N., & Beliashov, A.V. (2007). [Shalgin Earthquake 22.08.2001, $M_w=5.2$, $I_0=6$ (Central Kazakhstan)]. In *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii v 2001 godu* [Earthquakes in Northern Eurasia, 2001] (pp. 317–330). Moscow, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.).
4. Mikhailova, N.N., & Velikanov, A.E. (2014). [Shalkar Earthquake 26.04.2008, $K_p=11.1$, $M_w=5.1$, $I_0=7$ (Western Kazakhstan)]. In *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii v 2008 godu* [Earthquakes in Northern Eurasia, 2008] (pp. 304–312). Moscow, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.).
5. Mikhailova, N.N., Velikanov, A.E., Uzbekov, A.N., Poleshko, N.N., & Sokolova, I.N. (2020). [Karaganda (Karabass) earthquake on June 21, 2014, $K_R=11.7$, $M_s=4.0$, $I_0^P=5$ (Central Kazakhstan)]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), 334–343. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2020.23.34
6. SNiP RK 2.03-30-2006. (2006). [Construction in seismic areas. Seismic design code]. Almaty, Kazakhstan: LEM Publ., 80 p.
7. Chekaninskii, I.V. (1927). [Materials on seismic phenomena at Semipalatinsk region from 1760 to 1927]. *Zapiski Semipalatinskogo otdela IRGO* [Notes of the Semipalatinsk Department of the IRGO], 16, 14–73. (In Russ.).
8. Pooley, C.I., Douglas, A., & Pearce, R.G. (1983). The seismic disturbance of 1976 March 20, East Kazakhstan: Earthquake or explosions? *Geophysical Journal International*, 74(2), 621–631.
9. Morgovskaia, M.K., Sokolova, I.N., Nedelkov, A.I., Sultanova, G.S., & Kasakov, E.N. (2006). [Local seismicity study of Semipalatinsk Test Site]. *Vestnik NIATs RK* [NNC RK Bulletin], 3(27), 62–69. (In Russ.).
10. Kazakhstan National Data Center. (2021). Kurchatov-Cross Seismic array (KURK, AS058). Retrieved from https://www.kndc.kz/index.php?option=com_content&view=article&id=9&Itemid=118&lang=ru
11. Samygin, S.G. (1974). [Chingiz strike-slip and its role in the structure of Central Kazakhstan]. In *Trudy geologicheskogo instituta AN SSSR* [Proceedings of the Geological Institute AS USSR]. Moscow, Russia: Nauka Publ., 253, 208 p. (In Russ.).
12. Mukambayev, A.S., & Mikhailova, N.N. (2015). [Seismic hazard of the main Chingiz fault for the territory of Semipalatinsk Test Site]. *Vestnik NIATs RK* [NNC RK Bulletin], 3(63), 82–86. (In Russ.).
13. Komlev, A.V. (2012). [Analysis of factors favoring the migration of technogenic radionuclides on the territory of the east part of the STS]. In *Doklad na mezhdunarodnoi konferentsii molodykh uchenykh i spetsialistov «Aktual'nye voprosy mirnogo ispol'zovaniia atomnoi energii»* [Reports of the International Conference of young scientists and specialists «Topical issues of peaceful application of nuclear energy»] (pp. 35–50). Almaty, Kazakhstan: INP Publ. (In Russ.).
14. International Seismological Centre. (2021). On-line Bulletin. <https://doi.org/10.31905/D808B830>
15. Kondorskaya, N.V., & Shebalin, N.V. (1977). [New catalog of strong earthquakes in the USSR from ancient times through 1975]. Moscow, Russia: Nauka Publ., 536 p. (In Russ.).
16. Dosaibekova, S.K., & Poleshko, N.N. (2021). [Catalogue of Kazakhstan earthquakes focal mechanisms for 2015]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 24(2015). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.ceme.gsr.ru/zse/app-24.html> (In Russ.).
17. Mukambayev, A.S. (2021). [Aftershocks of Chingiz earthquake on January 20, 2015, $K_R=12.2$, $mb=5.6$, $I_0^P=5-6$]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 24(2015). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.ceme.gsr.ru/zse/app-24.html> (In Russ.).
18. Kashima, T. (2002). ViewWave Help. IISEE, BRL. Retrieved from <https://iisee.kenken.go.jp/staff/kashima/viewwave.html>