

КАЗАХСТАН

Н.Н. Михайлова¹, И.Н. Соколова¹, Б. Бектурганова²¹РГП ИГИ МЭ РК, г. Алматы, mikhailova@kndc.kz, sokolova@kndc.kz²ГУ СОМЭ КН МОН РК, г. Алматы, bayan_0106@mail.ru

Аннотация. В 2014 г. сейсмический мониторинг в Казахстане проводили две организации: Сейсмологическая опытно-методическая экспедиция Министерства образования и науки Республики Казахстан (СОМЭ) и Институт геофизических исследований Министерства энергетики Республики Казахстан (ИГИ). Подробные сведения о сетях сейсмических наблюдений представлены в статье. Составлен сводный каталог событий Казахстана по данным двух организаций. В него включено 559 землетрясений с энергетическими классами $K_p=6.6-13.6$. Самое сильное землетрясение произошло 14 ноября 2014 г. на южном берегу оз. Иссык-Куль, вблизи с. Каджисай. Землетрясение характеризуется магнитудой $MPVA=6.2$, энергетическим классом $K_p=13.6$. Наиболее интересным явилось землетрясение, произошедшее 21 июня 2014 г. в асейсмичном районе Центрального Казахстана вблизи г. Караганда. Землетрясение зарегистрировали сейсмические станции Казахстана и мира ($MPVA=5.2$, $K_p=11.7$), оно ощущалось в ряде населенных пунктов Казахстана. Авторы склонны считать это событие природно-техногенным землетрясением.

Ключевые слова: сейсмическая активность, карта K_{min} , максимальное ускорения и колебательная скорость грунта, природно-техногенное землетрясение.

DOI: 10.35540/1818-6254.2020.23.10

Для цитирования: Михайлова Н.Н., Соколова И.Н., Бектурганова Б. Казахстан // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – С. 113–121. doi: 10.35540/1818-6254.2020.23.10

Введение. На территории Казахстана в 2014 г. сейсмические наблюдения проводились двумя организациями: Государственным учреждением «Сейсмологическая опытно-методическая экспедиция» Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан (ГУ СОМЭ КН МОН РК) и Республиканским государственным предприятием «Институт геофизических исследований» Комитета по атомной энергии Министерства энергетики Республики Казахстан (РГП ИГИ МЭ РК). В статье дается характеристика сейсмичности района Северный Тянь-Шань, ограниченного координатами $41.67^{\circ}-45.00^{\circ}N$ и $75.00^{\circ}-80.00^{\circ}E$ (рис. 1), а также остальной части Казахстана и прилегающей территории.

Действующие сети станций. В составе сети СОМЭ в течение 2014 г. работали 36 трехкомпонентных цифровых сейсмических станций (рис. 1). В состав сети ИГИ входили пять сейсмических групп: Акбулак (ABKAR), Боровое (BVAR), Каратау (KKAR), Курчатов-Крест (KUR), Маканчи (MKAR) и семь трехкомпонентных станций: «Актюбинск» (AKTO), «Боровое» (BRVK), «Курчатов» (KURK), «Подгорное» (PDGK), «Маканчи» (MAKZ), «Ортау» (OTUK) и «KNDC» (KNDC) (рис. 1). Параметры всех сейсмических станций и групп даны в Приложениях к настоящему ежегоднику [1, 2]. Каждая организация имеет свои центры обработки данных. В ИГИ это KNDC (Казахстанский национальный центр данных), выполняющий эти функции в составе Международной системы мониторинга Организации договора о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний.

Для улучшения локализации гипоцентров землетрясений дополнительно к материалам СОМЭ привлекались данные (бюллетени) станций «Ала-Арча», «Ананьево», «Арал», «Бишкек», «Каджи-Сай», «Кен-Суу», «Пржевальск», «Эркин-Сай» сети KNET ИС НАН Республики Кыргызстан [3]. KNDC привлекал данные трехкомпонентных сейсмических станций «Ала-Арча», «Чумыш» [3] сети KNET Научной станции РАН на территории Кыргызстана и сейсмических групп «Залесово» и «Алибек» сети Международной системы мониторинга [4], поступающих в KNDC в режиме реального времени.

Уровень представительной регистрации землетрясений на Северном Тянь-Шане

с 2011 г. остается неизменным (рис. 2) и характеризуется минимальным энергетическим классом $K_{\min}=7.5$. Только в центральной части хребтов Заилийский и Кунгей Алатау обеспечен более низкий порог представительной регистрации ($K_{\min}=6.0$). Для всей территории Казахстана обеспечена представительная регистрация землетрясений с $K_{\min}=9$.

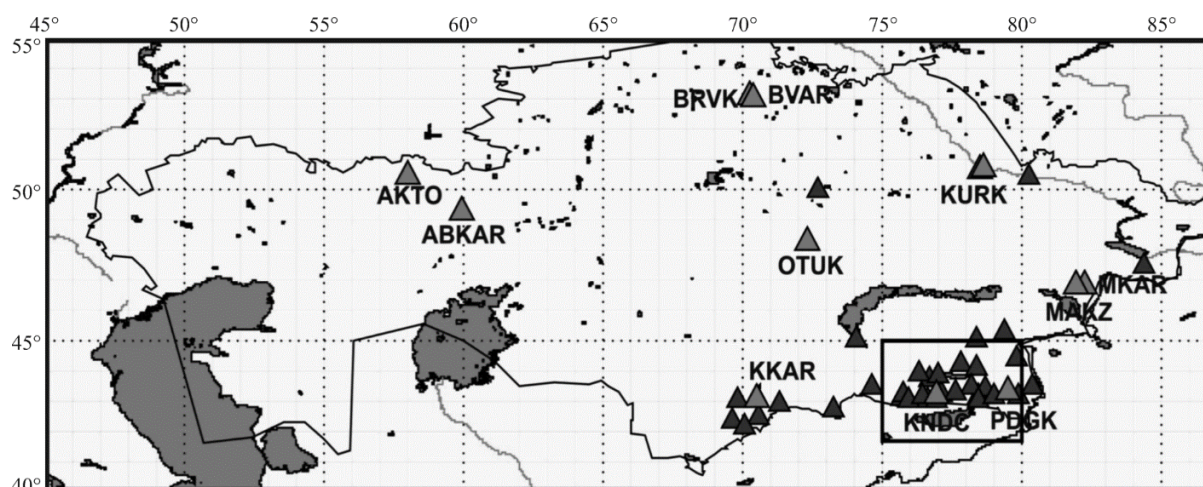


Рис. 1. Схема размещения сейсмических станций ИГИ МЭ РК (серые треугольники) и СОМЭ МОН РК (темно-серые треугольники) на территории Казахстана; прямоугольником выделен район «Северный Тянь-Шань», расположенный в юго-восточной части региона

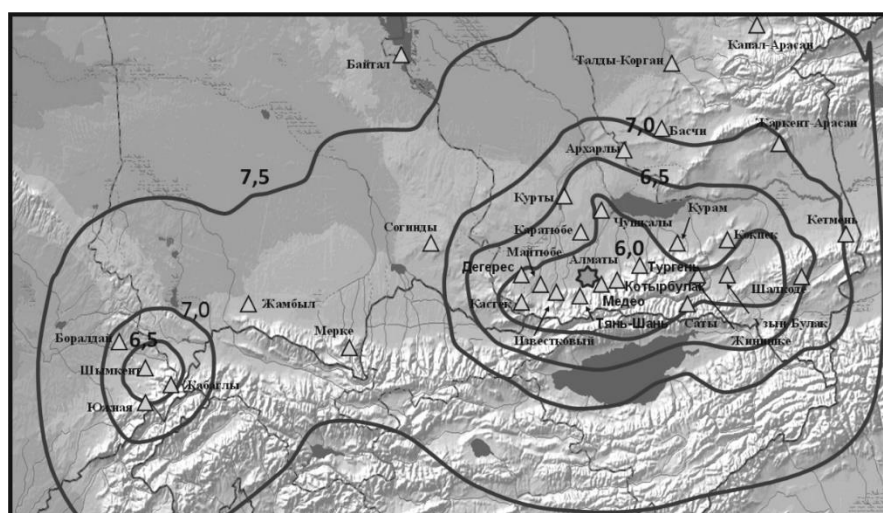


Рис. 2. Карта энергетической представительности регистрации $K_{\min}$ землетрясений Северного Тянь-Шаня из [5]

Методика определения основных параметров землетрясений остается постоянной в течение многих лет [6].

В СОМЭ для обработки сейсмических цифровых данных используется разработанная А. Жунусовой система сейсмического анализа «Эпицентр», которая основывается на программе Wgsnplot, где определение основных параметров гипоцентров землетрясений осуществляется пакетом «DIMAS» [7]. Для обработки данных используется региональный годограф Северного Тянь-Шаня [8], в основу которого заложена скоростная модель среды с дискретностью по глубине 5 км. Информация об обработанных событиях помещается на web-сайт СОМЭ [9].

В КНДС для обработки сейсмических цифровых данных используется разработанная З.И. Синевой система обработки данных сейсмических групп и трехкомпонентных станций, которая основывается на программном пакете SEATOOLS, предоставленном казахстанскому центру американским национальным центром данных, а также используется программный пакет DATASCOPE и разработанные в КНДС утилиты [10]. Для обработки данных используется глобальный годограф IASPEI-91 [11], а также региональный годограф для Центрального

Казахстана, построенный по данным калибровочных химических взрывов, эталонных подземных ядерных взрывов, произведенных на территории Семипалатинского испытательного полигона [12].

Автоматический и интерактивный бюллетени оперативно выставляются на Web-сайт KNDC www.kndc.kz [13]. В обеих организациях энергетические характеристики (K_p , $MPVA$, $MLV=MS$) рассчитывались по программам, использующим соответствующие калибровочные функции [14–16].

Каталог землетрясений и карта эпицентров. Каталог, публикуемый в настоящем ежегоднике [17], включает 559 землетрясений в диапазоне энергетических классов $K_p=6.5–13.6$. Каталог содержит несколько дополнительных Приложений: с параметрами механизмов очагов 32 землетрясений по региональным данным [18], сведениями об интенсивности сотрясений от 14 ощутимых землетрясений [19] в 33 населенных пунктах [20], параметрами трех афтершоков и одного форшока Карагандинского землетрясения с $K_p=4.8–6.9$ [21], а также информацией о двух сетях сейсмических станций [1, 2].

На рис. 3 представлена карта эпицентров землетрясений с $K_p \geq 8.6$ на всей территории Казахстана и приграничных районов. В основном землетрясения приурочены к горной местности юго-востока и востока Казахстана.

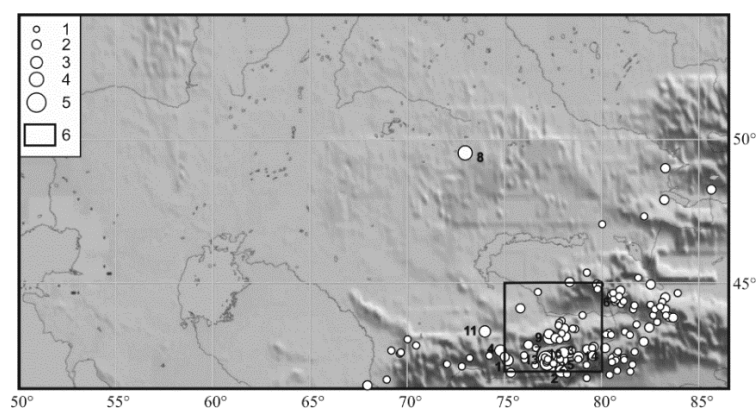


Рис. 3. Карта эпицентров землетрясений Казахстана с $K_p \geq 8.6$

Пронумерованы сильные ($K_p \geq 10.6$) землетрясения в соответствии с графой 2 каталога землетрясений Казахстана [17]; 1–5 – $K_p=9–12$, 14; 6 – район «Северный Тянь-Шань».

Сейсмичность Казахстана. На западе и севере Казахстана не было зарегистрировано ни одного землетрясения с $K_p \geq 8.6$. На территории Центрального Казахстана, которая традиционно считается асейсмичной, 21 июня 2014 г. произошло сильное ощутимое землетрясение вблизи г. Караганда, с $\varphi=49.56^\circ N$, $\lambda=72.97^\circ E$, $K_p=11.7$. Поскольку Карагандинское землетрясение уникально для этого района, оно описано подробно в отдельной статье настоящего ежегодника [22].

Землетрясение ощущалось на большой территории Центрального и Северного Казахстана, в том числе в г. Караганда и г. Астана [22, 23].

В табл. 1 приведены параметры сейсмических воздействий Карагандинского землетрясения 21 июня 2014 г. – максимальные ускорения грунта A и колебательная скорость V по данным трех станций ИГИ – «Ортау» (OTUK), «Курчатов-крест» (KURK) и «Боровое» (BRVK).

Таблица 1. Параметры сейсмических воздействий Карагандинского землетрясения 21 июня 2014 г. с $K_p=11.7$

Код станции	Δ , км	A , см/с ²	A , см/с ²	A , см/с ²	V , см/с	V , см/с	V , см/с	$T(A)$, с	$T(V)$, с
		E-W	N-S	Z	E-W	N-S	Z		
OTUK	154	3.2	1.9	1.2	0.06	0.06	0.03	0.11	0.11
KURK	424	0.1	0.1	0.05	0.005	0.003	0.003	0.2	0.6
BRVK	432	0.05	0.1	0.04	0.003	0.005	0.003	0.3	0.5

На рис. 4 приведены спектры реакции землетрясения по записям ближайшей к эпицентру станции «Ортау» (OTUK).

Авторы работы [23] склонны считать, что землетрясение 21.06.2014 г. имеет природно-техногенный характер. О том, что это тектоническое событие, свидетельствуют многие признаки – приуроченность его очага к тектоническому разлому, механизм очага типа взбросо-сдвиг, глубина события $h \sim 10$ км, наличие афтершоков, особенность волновой картины и др. Однако следует напомнить, что эпицентр расположен рядом с одним из крупнейших в мире Карагандинским угольным бассейном. Первая горная выработка была заложена здесь еще в 1857 г. В настоящее время в районе угольного бассейна производится большое количество мощных взрывов. Регулярное техногенное воздействие могло спровоцировать процесс подготовки землетрясения 21.06.2014 г. [24].

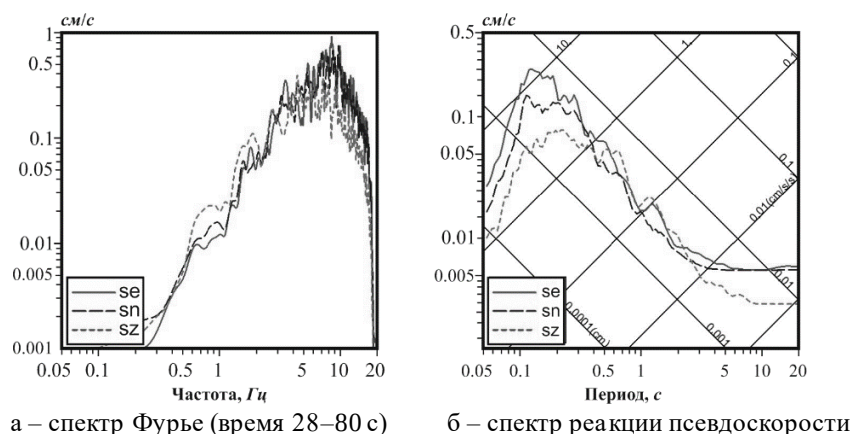


Рис. 4. Спектры Фурье и реакции Карагандинского землетрясения 21 июня 2014 г. с $K_p=11.7$ по данным станции «Ортау» по трем компонентам

Сейсмичность Северного Тянь-Шаня. Традиционно выделенная рамкой на рис. 1 и 3 территория Северного Тянь-Шаня рассматривается детально с уровня $K_p \geq 6.6$.

На территории Северного Тянь-Шаня ($41.67^\circ - 45.00^\circ N$ и $75.00^\circ - 80.00^\circ E$) зарегистрировано 489 землетрясений с $K_p \geq 6.6$ [17]. В табл. 2 приведено распределение землетрясений по энергетическим классам. Карта эпицентров землетрясений Северного Тянь-Шаня с $K_p \geq 6.6$ представлена на рис. 5.

Таблица 2. Распределение числа землетрясений по энергетическим классам и суммарная высвобожденная сейсмическая энергия ΣE на Северном Тянь-Шане

K_p	7	8	9	10	11	12	13	14	$\Sigma E, Дж$
$N(K)$	332	103	29	15	8	1	0	1	$4.22 \cdot 10^{13}$

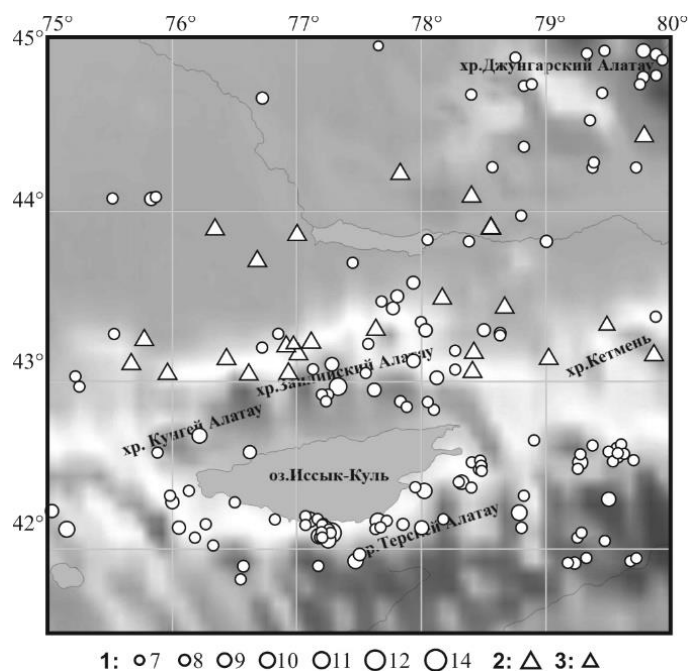


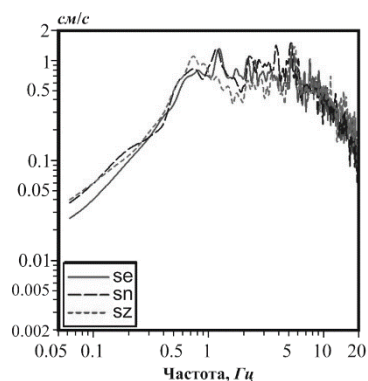
Рис. 5. Карта эпицентров землетрясений Северного Тянь-Шаня с $K_p \geq 6.6$

1 – энергетический класс K_p ; 2 – сейсмические станции СОМЭМОН РК, 3 – сейсмические станции ИГИ МЭРК.

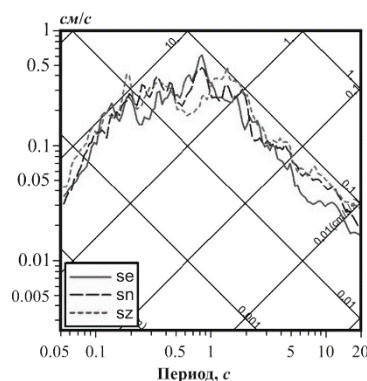
(563 км) из сейсмической группы «Каратау», расположенной к западу от территории Южного Тянь-Шаня, и двух трехкомпонентных станций ИГИ – KNDC (120 км) и «Подгорное» (PDGK, 224 км). На рис. 6 приведены спектры реакции Каджисайского землетрясения на территории г. Алматы по записям станции KNDC.

Таблица 3. Параметры сейсмических воздействий Каджисайского землетрясения 14.11.2014 г. в 01^h24^m с $K_p=13.6$, $MS_{per}=5.3$

Станция	Δ , км	I_0 , балл	A см/с ²			V см/с			$T(A)$, с	$T(V)$, с
			E-W	N-S	Z	E-W	N-S	Z		
KNDC	120	3–4	3.4	2.7	3.5	0.13	0.17	0.15	0.19	0.9
PDGK	224	–	1.3	0.9	0.3	0.07	0.08	0.02	0.9	0.9
KKAR	563	–	0.1	0.2	0.2	0.02	0.03	0.03	0.6	0.6



а – спектр Фурье



б – спектр реакции псевдоскорости

Рис. 6. Спектры Фурье и реакции Каджисайского землетрясения 14.11.2014 г. в 01^h24^m в г. Алматы по данным станции «KNDC»

Другое сильное землетрясение с $K_p=12.1$, $\varphi=42.97^\circ\text{N}$, $\lambda=77.33^\circ\text{E}$, $h=5$ км [17] произошло 15 августа в 21^h42^m и ощущалось в г. Алматы и г. Талгар с интенсивностью $I_i=4$ балла. Очаг землетрясения находился в высокосейсмичном районе центральной части хребтов Заилийский

и Кунгей Алатау (Кунгей-Заилийская зона), где 31 декабря 1982 г. в 19^h46^m произошло землетрясение с $K_p=13.7$, $\varphi=42.87^\circ\text{N}$, $\lambda=77.37^\circ\text{E}$, $h=15\text{--}20\text{ км}$ (Новогоднее землетрясение). Характерной особенностью землетрясения 15 августа является дефицит афтершоков, их всего два с низким энергетическим классом $K_p=5\text{--}6$.

В табл. 4 приведены параметры сейсмических воздействий Талгарского землетрясения 15.08.2014 г. по данным ближайших станций ИГиИ СОМЭ – ускорения грунта A и колебательная скорость V . На рис. 7 приведены спектры реакции землетрясения по записям станции KNDC, расположенной на территории г. Алматы.

Таблица 4. Параметры сейсмических воздействий землетрясения 15.08.2014 г. в 21^h42^m с $K_p=12.1$, $MS_{\text{per}}=4.3$

Станция	Δ , км	I_0 , балл	A см/с ²	A см/с ²	A см/с ²	V см/с	V см/с	V см/с	$T(A)$, с	$T(V)$, с
			E–W	N–S	Z	E–W	N–S	Z		
KNDC	39	4	13.4	15.2	5.7	0.45	0.76	0.34	0.11	0.63
MDO	30	4	9.4	8.4	5.8	0.36	0.56	0.30	0.2	0.43
PDGN	177	—	0.2	0.2	0.1	0.01	0.01	0.01	0.11	0.63

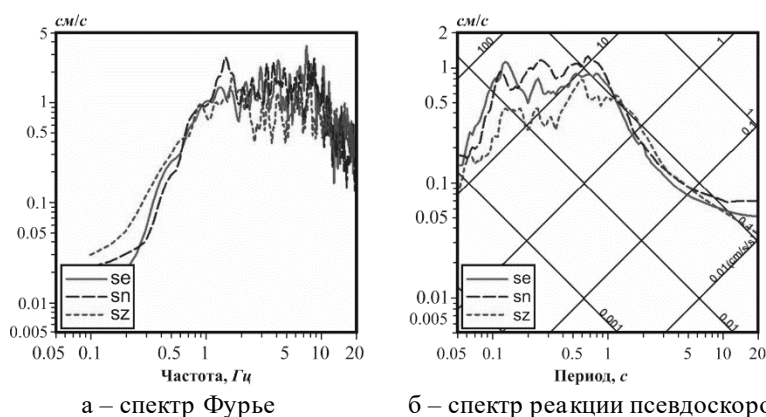


Рис. 7. Спектры Фурье и реакции землетрясения 15.08.2014 г. в 21^h42^m по данным станции «KNDC»

Землетрясение, зарегистрированное 30 июля в 20^h46^m с $K_p=9.7$, $\varphi=44.07^\circ\text{N}$, $\lambda=75.83^\circ\text{E}$, $h=20\text{ км}$ [17], относится к разряду редких сейсмических событий, так как произошло в слабо-активном районе Илийской впадины (рис. 8). Форшоки отсутствуют, афтершок зарегистрирован один, через 16^h00^m (31 июля в 12^h45^m с $\varphi=44.08^\circ\text{N}$, $\lambda=75.87^\circ\text{E}$, $h=20\text{ км}$) [17].

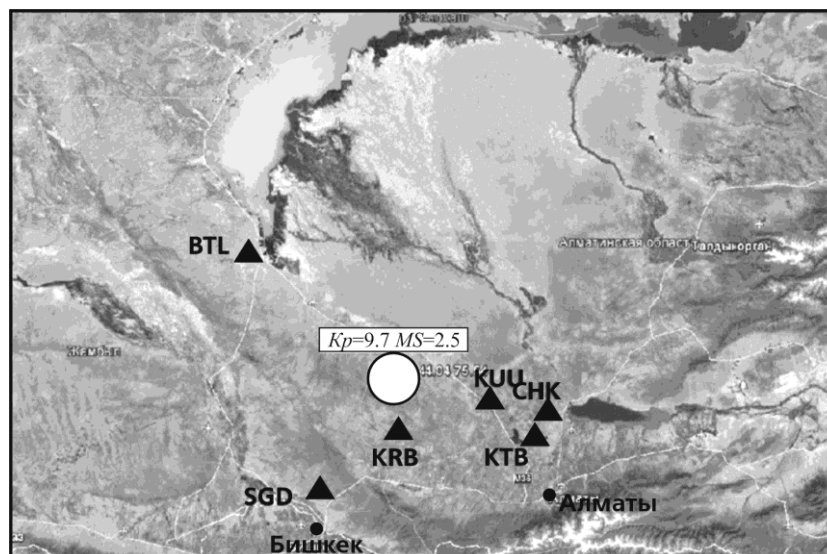


Рис. 8. Расположение эпицентра землетрясения 30 июля 2014 г. относительно станций СОМЭ «Байтал» (BTL), «Согинды» (SGD), «Карабастау» (KRB), «Курты» (KU), «Чушкалы» (CNK), «Каратобе» (КТВ) [1]

Закключение. Характеризуя сейсмический процесс в Казахстане в 2014 г. с точки зрения

сейсмической активности, следует отметить, что в основном активны были районы с традиционно высоким уровнем сейсмичности. Именно с ними были связаны на территории Казахстана наиболее сильные землетрясения в районе Северного Тянь-Шаня. Безусловно, интерес ученых-сейсмологов вызвало землетрясение вблизи Карагандинского угольного бассейна, которое хоть и не было экстремально сильным, но, тем не менее, проявилось довольно ощутимыми колебаниями и стало резонансным событием для Казахстана.

Л и т е р а т у р а

1. Гессель М.О., 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.
2. 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.
3. Берёзина А.В. (отв. сост.). Сейсмические станции Кыргызстана в 2014 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – Приложение на CD-ROM.
4. Договор о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний. Приложение 1. – Вена, 2009. – 153 с.
5. Неверова Н.П., Михайлова Н.Н., Соколова И.Н. Казахстан // Землетрясения Северной Евразии, 2011 год. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2017. – С. 119–131.
6. Бейсенбаев Р.Т., Ли А.Н., Калмыкова Н.А., Неверова Н.П., Михайлова Н.Н., Соколова И.Н. Казахстан // Землетрясения Северной Евразии, 2004 год. – Обнинск: ГС РАН, 2010. – С. 130–141.
7. Droznin D., Droznina S. Interactive DIMAS program for processing seismic signals. Seismic Instruments. – 2011. – N. 47. – P. 215–224. doi: 10.3103/S0747923911030054
8. Разаков Е.Р. К вопросу модернизации алгоритма определения параметров гипоцентра землетрясений // Комплексные исследования на Алма-Атинском прогностическом полигоне. – Алма-Ата: Наука, 1986. – С. 108–112.
9. ТОО «СОМЭ». Веб-сайт. URL: <http://some.kz>
10. Михайлова Н.Н., Синева З.И. Обработка данных сейсмических станций НЯЦ РК // Вестник НЯЦ РК. – 2002. – Вып. 2 (10). – С. 64–68.
11. New Manual of Seismological Observatory Practice. Ed. P. Borman // Potsdam: GeoForschungsZentrum, 2002. – V. 1. – P. 16–50.
12. Михайлова Н.Н., Аристов И.Л., Германова Т.И. Годограф сейсмических волн по результатам регистрации сигналов от химических взрывов // Геофизика и проблемы нераспространения: Вестник НЯЦ РК, 2002. – Вып. 2 (10). – С. 46–54.
13. Казахстанский национальный центр данных. – URL: <http://www.kndc.kz/index.php/ru>
14. Раутиан Т.Г. Об определении энергии землетрясений на расстоянии до 3000 км // Экспериментальная сейсмика. (Труды ИФЗ АН СССР; № 32 (199)). – М.: Наука, 1964. – С. 88–93.
15. Михайлова Н.Н., Неверова Н.П. Калибровочная функция $\sigma(\Delta)$ для определения МРВА землетрясений Северного Тянь-Шаня // Комплексные исследования на Алма-Атинском прогностическом полигоне. – Алма-Ата: Наука, 1986. – С. 41–48.
16. Инструкция о порядке производства и обработки наблюдений на сейсмических станциях Единой системы сейсмических наблюдений СССР. – М.: Наука, 1982. – 273 с.
17. 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.
18. 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.
19. Неверова Н.П., Михайлова Н.Н. (отв. сост.), Лукаш Н.А., Михайлова Р.С. Макросейсмический эффект ощутимых землетрясений в населенных пунктах Казахстана и прилегающих территорий в 2014 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – Приложение на CD-ROM.

20. Неверова Н.П., Михайлова Н.Н., Лукаш Н.А., Пойгина С.Г., Бахтиярова Г.М. Сведения о пунктах, для которых имеется информация о макросейсмических проявлениях ощутимых землетрясений Казахстана за 2014 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – Приложение на CD-ROM.
21. Соколова И.Н. Форшоки и афтершоки Карагандинского землетрясения 21 июня 2014 г. с $K_p=11.7$ // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – Приложение на CD-ROM.
22. Михайлова Н.Н., Великанов А.Е., Узбеков А.Н., Соколова И.Н., Полешко Н.Н. Карагандинское (Карабасское) землетрясение 21 июня 2014 г. с $K_p=11.7$, $M_S=4.0$, $I_0^P=5$ (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
23. 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.
24. 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.
25. Гребенникова В.В., Фролова А.Г., Багманова Н.Х., Берёзина А.В., Першина Е.В., Молдобекова С. Каджисайское землетрясение 14 ноября 2014 г. с $K_p=13.7$, $M_w=5.4$, $I_0=7$ (Кыргызстан, Южное Прииссыккулье) // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – С. 364–374. doi: 10.35540/1818-6254.2020.23.37.

KAZAKHSTAN

N.N. Mikhailova¹, I.N. Sokolova¹, B. Bekturganova²

¹*Institute of Geophysical Research of the Atomic Energy Committee
of the Ministry of Energy of the Republic of Kazakhstan, Almaty, mikhailova@kndc.kz, sokolova@kndc.kz*

²*Seismological Experience-Methodical Expedition of the Committee
of Science of Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan, Almaty, bayan_0106@mail.ru*

Abstract. The article presents the detailed information on seismic observation networks and catalogue of seismic events in Kazakhstan for 2014 made by data of two organizations - Seismological Experience-Methodical expedition of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan (SEME), and the Institute of Geophysical Research of the Ministry of Energy of the Republic of Kazakhstan (IGR). The catalogue includes 559 earthquakes with energy class $K_p=6.6–13.6$. The largest earthquake of the year occurred on November 14, 2014 at the southern side of the Issyk-Kul Lake, near Kadzhysay settlement. The earthquake magnitude was $MPVA=6.2$, energy class $K_p=13.6$. The most interesting was the earthquake occurred at aseismic region of Central Kazakhstan near Karaganda on June 21, 2014. The earthquake was recorded by the seismic stations of Kazakhstan and the world ($MPVA=5.2$, $K_p=11.7$), it was felt in many settlements. The authors suppose that this earthquake is a natural-induced event.

Key words: seismic activity, K_{min} map, maximum acceleration and velocity of the ground, natural-technogenic earthquake.

DOI: 10.35540/1818-6254.2020.23.10

For citation: Mikhailova, N.N., Sokolova, I.N., & Bekturganova, B. (2020). [Kazakhstan]. *Zemletriyaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), 113–121. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2020.23.10

References

1. Gessel', M.O., & Neverova, N.P. (2020). [Seismic stations of the Seismological Experience-Methodical Expedition of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan in 2014]. *Zemletriyaseniia severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), Appendix on CD. (In Russ.).
2. Sokolova, I.N. (2020). [Seismic arrays and stations of the Republican State Enterprise “Institute of Geophysical Research” of the Ministry of Energy of the Republic of Kazakhstan in 2014]. *Zemletriyaseniia severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), Appendix on CD. (In Russ.).
3. Berezina, A.V. (2020). [Seismic stations of Kyrgyzstan in 2014]. *Zemletriyaseniia severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), Appendix on CD. (In Russ.).
4. *Comprehensive Test-Ban Treaty*. (2009), Appendix 1. Vienna, Austria, 153 p.

5. Neverova, N.P., Mikhailova, N.N., & Sokolova, I.N. (2017). [Kazakhstan]. In *Zemletryaseniia severnoi Evrazii, 2011 god* [Earthquakes in Northern Eurasia, 2011] (pp. 119–131). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.).
6. Beisenbaev, R.T., Li, A.N., Kalmykova, N.A., Neverova, N.P., Mikhailova, N.N., & Sokolova, I.N. (2010). [Kazakhstan]. In *Zemletryaseniia severnoi Evrazii, 2004 god* [Earthquakes in Northern Eurasia, 2004] (pp. 130–141). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.).
7. Droznin, D.V., & Droznina, S.Y. (2011). Interactive DIMAS program for processing seismic signals. *Seismic Instruments*, 47(3), 215–224. doi: 10.3103/S0747923911030054
8. Razakov, E.R. (1986). [To the issue of modernization of earthquakes hypocenter parameters estimation algorithm]. In *Kompleksnye issledovaniia na Alma-Atinskoi prognosticheskoi poligone* [Integrated investigations at Alma-Ata forecast site] (pp. 108–112). Alma-Ata, Kazakhstan: Nauka Publ. (In Russ.).
9. Seismological Experience-Methodical Expedition (2020). Retrieved from <http://some.kz>
10. Mikhailova, N.N., & Sineva, Z.I. (2002). [Processing of the NNC RK seismic stations data]. *Vestnik NIaTs RK* [Bulletin of NNC RK], 2(10), 64–68. (In Russ.).
11. Bormann, P. (Ed.) (2002). New manual of seismological observatory practice. Vol. 1. Potsdam, Germany: GeoForschungsZentrum.
12. Mikhailova, N.N., Aristova, I.L., & Germanova, T.I. (2002). [The travel-time curve of seismic waves by results of chemical explosions signals recording]. *Vestnik NIaTs RK* [Bulletin of NNC RK], 2(10), 46–54. (In Russ.).
13. Kazakhstan National Data Centre. Retrieved from <http://www.kndc.kz/index.php/ru>
14. Rautian, T.G. (1964). [On the determination of the energy of earthquakes at a distance of 3000 km]. In *Eksperimental'naia seismika. Trudy IFZ ANSSSR № 32(199)* [Experimental seismic. Proceedings of the IFZ SA USSR № 32(199)] (pp. 88–93). Moscow, Russia: Nauka Publ. (In Russ.).
15. Mikhailova, N.N., & Neverova, N.P. (1986). [Calibration function $\sigma(\Delta)$ to estimate MPVA of Northern Tien Shan earthquakes]. In *Kompleksnye issledovaniia na Alma-Atinskoi prognosticheskoi poligone* [Integrated investigations at Alma-Ata forecast site] (pp. 41–48). Alma-Ata, Kazakhstan: Nauka Publ. (In Russ.).
16. *Instruktsiia o poriadke proizvodstva i obrabotki nabludenii na seismicheskikh stantsiiakh Edinoi sistemy seismicheskikh nabludenii SSSR* [Instruction on conducting and processing of observations at seismic stations of United system of seismic observations of the USSR] (1982). Moscow, Russia: Nauka Publ. 273 p. (In Russ.).
17. Neverova, N.P., Mikhailova, N.N., Proskurina, L.P., Bekturganova, B.B., Proskurina, A.V., Dalebaeva, Zh.A., Dosaibekova, S.K., & Mukambaev, A.S. (2020). [Catalogue of Kazakhstan earthquakes in 2014]. *Zemletryaseniia severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), Appendix on CD. (In Russ.).
18. Dosaibekova, S.K., Poleshko, N.N., & Mikhailova R.S. (2020). [Catalogue of focal mechanisms of Kazakhstan earthquakes for 2014]. *Zemletryaseniia severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), Appendix on CD. (In Russ.).
19. Neverova, N.P., Mikhailova, N.N., Lukash, N.A., & Mikhailova, R.S. (2020). [Macroseismic effect of felt earthquakes in settlements of Kazakhstan and adjacent territories in 2014]. *Zemletryaseniia severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), Appendix on CD. (In Russ.).
20. Neverova, N.P., Mikhailova, N.N., Lukash, N.A., Poygina, S.G., & Bakhtiarova, G.M. (2020). [Information on settlements with information on macroseismic effects of Kazakhstan felt earthquakes in 2014]. *Zemletryaseniia severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), Appendix on CD. (In Russ.).
21. Sokolova, I.N. (2020). [Forshocks and aftershocks of Karaganda earthquake of June 21, 2014 with $K_P=11.7$]. *Zemletryaseniia severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), Appendix on CD. (In Russ.).
22. Mikhailova, N.N., Velikanov, A.E., Uzbekov, A.N., Sokolova, I.N., & Poleshko, N.N. (2020). [Karaganda (Karabass) earthquake of June 21, 2014 with $K_P=11.7$, $M_S=4.0$, $I_0^P=5$ (Central Kazakhstan)]. *Zemletryaseniia severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), 334–343, (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2020.23.34 (In Russ.).
23. Mikhailova, N.N., Velikanov, A.E., & Uzbekov, A.N. (2015). [On the earthquake near Karaganda on June 21, 2014]. *Vestnik NIaTs RK* [Bulletin of NNC RK], 3, 94–100. (In Russ.).
24. Sokolova, I.N., Mikhailova, N.N., Velikanov, A.E., & Poleshko, N.N. (2017) [Induced seismicity on the territory of Kazakhstan]. *Vestnik NIaTs RK* [Bulletin of NNC RK], 2, 47–58. (In Russ.).
25. Grebennikova, V.V., Frolova, A.G., Bagmanova, N.Kh., Berezina, A.V., Pershina, E.V., & Moldobekova, S. (2020). [Kadzhisay earthquake of November 14, 2014 with $K_P=13.7$, $MPVA=6.2$, $I_0=7$ (Kyrgyzstan, South

Issyk-Kul)]. *Zemletryaseniia severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), С. 364–374. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2020.23.37.

