

СЕЙСМИЧНОСТЬ КАЗАХСТАНА И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ В 2015 г.

Н.Н. Михайлова¹, И.Н. Соколова¹, Б. Бектурганова²

¹Филиал «Институт геофизических исследований» Республиканского государственного предприятия «Национальный ядерный центр» Республики Казахстан, г. Курчатов, mikhailova@kndc.kz, sokolova@kndc.kz

²Сейсмологическая опытно-методическая экспедиция Национального центра сейсмологических наблюдений и исследований Республики Казахстан, г. Алматы, baayan_0106@mail.ru

Аннотация. В 2015 г. сейсмический мониторинг в Казахстане проводили две организации: Сейсмологическая опытно-методическая экспедиция Министерства образования и науки Республики Казахстан (СОМЭ) и Республиканское Государственное предприятие Институт геофизических исследований Министерства энергетики Республики Казахстан (ИГИ). В статье представлены подробные сведения о сетях сейсмических наблюдений. Составлен сводный каталог событий Казахстана по данным двух организаций, в который включено 489 землетрясений с энергетическими классами $K_p=6.6-12.2$. Самое сильное землетрясение произошло 20 января 2015 г. с $M_{PVA}=5.3$, $K_p=12.2$ вблизи Семипалатинского испытательного ядерного полигона. Землетрясение ощущалось в ряде населенных пунктов Казахстана.

Ключевые слова: сейсмическая активность, Семипалатинский испытательный полигон, асейсмичный район, максимальное ускорение и колебательная скорость грунта.

DOI: 10.35540/1818-6254.2021.24.10

Для цитирования: Михайлова Н.Н., Соколова И.Н., Бектурганова Б. Сейсмичность Казахстана и прилегающих территорий в 2015 г. // Землетрясения Северной Евразии. – 2021. – Вып. 24 (2015 г.). – С. 113–121. doi: 10.35540/1818-6254.2021.24.10

Введение. На территории Казахстана в 2015 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 «Институтом геофизических исследований» Министерства энергетики Республики Казахстан (РГП ИГИ МЭ РК). В статье дается характеристика сейсмичности района Северный Тянь-Шань, ограниченного координатами $41.67^{\circ}-45.00^{\circ}\text{N}$ и $75.00^{\circ}-80.00^{\circ}\text{E}$ (рис. 1), а также остальной части Казахстана и прилегающих территорий.

Действующие сети станций. В составе сети СОМЭ в течение 2015 г. работали 36 трехкомпонентных цифровых сейсмических станций (рис. 1). В состав сети ИГИ входили пять сейсмических групп: Акбулак (АВКАР), Боровое (ВВАР), Каратау (ККАР), Курчатов-Крест (КУР), Маканчи (МКАР) и семь трехкомпонентных станций: «Актюбинск» (АКТО), «Боровое» (ВРВК), «Курчатов» (КУРК), «Подгорное» (РДГК), «Маканчи» (МАКЗ), «Ортау» (ОТУК) 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 локации гипоцентров землетрясений дополнительно к материалам СОМЭ привлекались данные (бюллетени) станций «Ала-Арча», «Ананьево», «Арал», «Арkit», «Арслан-Боб», «Боом», «Баткен», «Дараут-Курган», «Бишкек», «Каджи-Сай», «Манас», «Пржевальск», «Ош» сети KNET ИС НАН КР [3]. KNDC привлекал данные сейсмических групп «Залесово» и «Алибек» сети Международной системы мониторинга [4], а также трехкомпонентных сейсмических станций «Ала-Арча», «Токмак2» [3] сети KNET Научной станции РАН на территории Кыргызстана, поступающих в KNDC в режиме реального времени.

Уровень представительной регистрации землетрясений на Северном Тянь-Шане с 2011 г. остается неизменным и характеризуется минимальным представительным энергетическим классом $K_{\min}=7.5$ [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 $K_{\min}=9$.

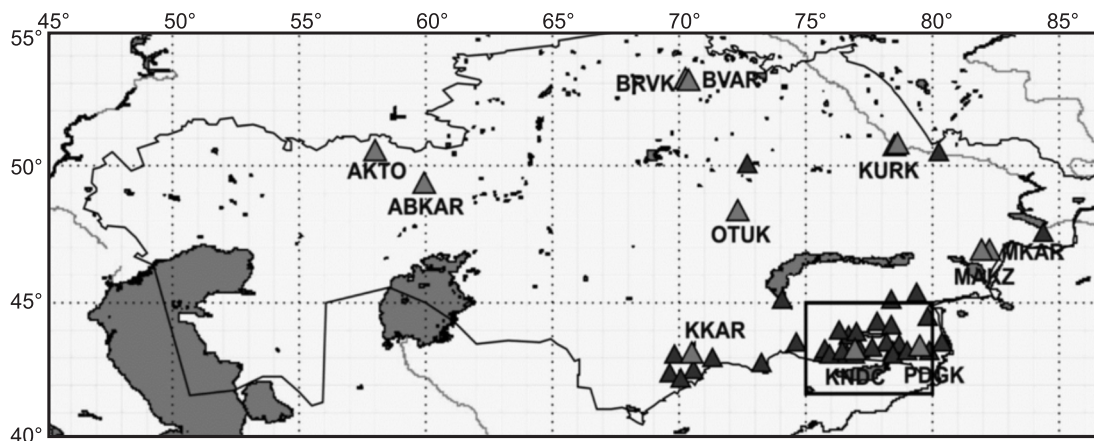


Рис. 1. Схема размещения сейсмических станций ИГИ МЭ РК (серые треугольники) и СОМЭ МОН РК (темно-серые треугольники) на территории Казахстана; прямоугольником выделен район «Северный Тянь-Шань», расположенный в юго-восточной части региона

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 KNDC для обработки сейсмических цифровых данных используется разработанная З.И. Синевой совместная система обработки данных сейсмических групп и трехкомпонентных станций, которая основана на программном пакете SEATOOLS, предоставленном казахстанскому центру американским национальным центром данных. Также используется программный пакет DATASCOPE и разработанные в KNDC утилиты [10]. В обработке 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 489 землетрясений в диапазоне энергетических классов $K_p=6.6–12.2$. Каталог содержит несколько дополнительных Приложений: с параметрами механизмов очагов, включает 24 механизма землетрясений по региональным данным [18], сведениями об интенсивности сотрясений от 14 ощутимых землетрясений [19] в 17 населенных пунктах [20], а также информацией о двух сетях сейсмических станций [1, 2].

На рис. 2 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.

Сейсмичность Казахстана. На западе и севере Казахстана не было зарегистрировано ни одного землетрясения с $K_p \geq 8.6$. На территории Северо-Восточного Казахстана, которая традиционно считается асейсмичной, 20 января в 09^h30^m произошло сильное ощутимое землетрясение вблизи г. Семей, с $\varphi=48.98^\circ N$, $\lambda=78.76^\circ E$, $K_p=12.2$ [21, 22]. Это землетрясение является самым сильным на территории Казахстана в 2015 году. Поскольку оно произошло вблизи Семипалатинского испытательного полигона, то это событие представляет большой интерес для сейсмологов, работающих в области мониторинга ядерных испытаний, а также чрезвычайно важно для оценки сейсмической опасности района. Оно было описано подробно в отдельной статье настоящего ежегодника [23]. Землетрясение ощущалось с интенсивностью 4 балла по шкале MSK-64 в г. Курчатове (эпицентральное расстояние 197 км), г. Семей 2–3 балла (198 км), г. Усть-Каменогорске 2 балла (307 км).

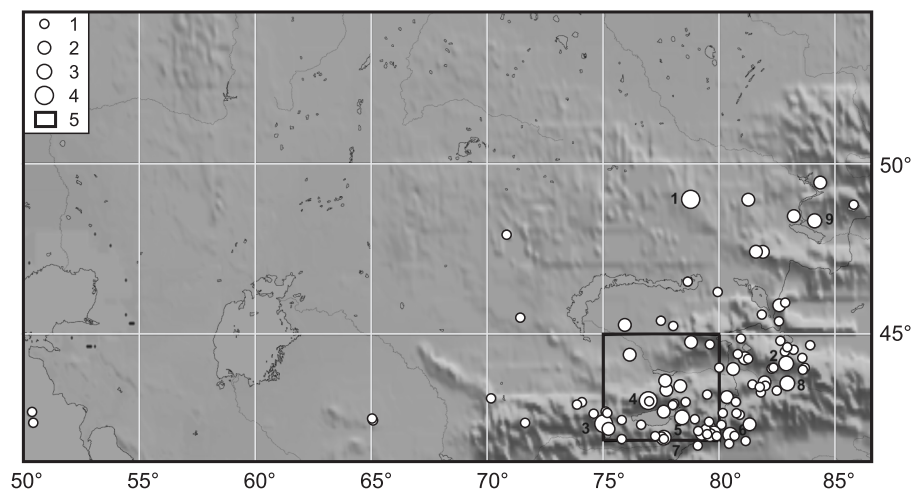


Рис. 2. Карта эпицентров землетрясений Казахстана с $K_p \geq 8.6$

Пронумерованы сильные ($K_p \geq 10.6$) землетрясения в соответствии с графой 2 каталога землетрясений Казахстана [17]; 1–4 – $K_p=9-12$; 5 – район «Северный Тянь-Шань».

В Восточном Казахстане произошло еще одно мощное ощутимое землетрясение 27 декабря в 18^h39^m с $\varphi=48.37^\circ\text{N}$, $\lambda=84.11^\circ\text{E}$, $K_p=11.5$ [17]. Землетрясение ощущалось с интенсивностью 3 балла по шкале MSK-64 в г. Усть-Каменогорске (эпицентральное расстояние 214 км), пос. Курчум 3 балла (43 км), г. Зайсане 2–3 балла (111 км) [19, 20].

В 2015 г. произошла активизация в слабосейсмичном регионе Прибалхашья (рис. 3). В прошлом, 25 сентября 1979 г., здесь произошло знаменитое Баканасское землетрясение с $K_p=14.0$, $MS=5.6$, с интенсивностью в эпицентре 7 баллов (MSK-64), $MLH=5.9$ [24, 25].

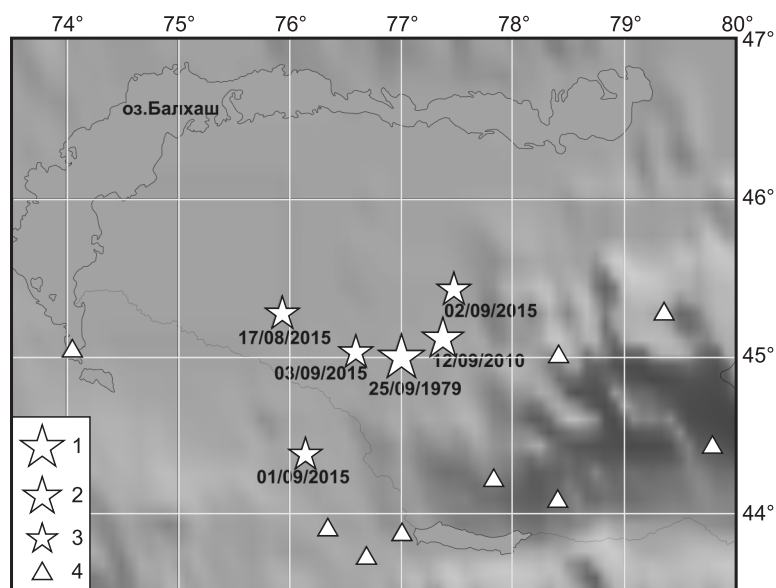


Рис. 3. Карта эпицентров землетрясений Прибалхашского региона

1 – Баканасское землетрясение 25.09.1979 г., $K_p=14$; 2 – 12 сентября 2010 г., $K_p=12$; 3 – землетрясения 2015 г. с $K_p=8-10$; 4 – сейсмические станции.

Баканасское землетрясение было первым инструментально зарегистрированным в этом районе сильным землетрясением, оно было необычным по ряду причин: местонахождение эпицентра землетрясения в асейсмичной зоне, аномально большая глубина гипоцентра $h=40$ км, полное отсутствие форшоков и афтершоков, что не характерно для событий такой силы [25]. Кроме того, процесс разрываобразования в очаге Баканасского землетрясения был сложным, на сейсмических записях было выявлено два последовательных толчка с разницей в 11 секунд, второй из них характеризовался максимумом высвобожденной сейсмической энергии [25]. Спустя 31 год,

12 сентября 2010 г., в исследуемом районе зарегистрировано событие с $K_p=12.0$ и тоже без афтершоков. В текущем году на рассматриваемой территории произошло четыре события: 17 августа с $K_p=9.9$; 1 сентября с $K_p=9.8$. Землетрясения 2 и 3 сентября ($K_p=9$ и $K_p=7.8$) зарегистрированы в очаговых зонах прошлых землетрясений 12.09.2010 г. и 25.09.1979 г. (Баканасское) соответственно (рис. 3). Любопытно, что все сейсмические события в районе Прибалхашья происходили в августе-сентябре. Наблюдаемая активизация исследуемого района свидетельствует о недооцененной сейсмической опасности района и необходимости установки здесь новых сейсмических станций для постоянного сейсмического мониторинга.

В асейсмичном районе Центрального Казахстана произошло необычное землетрясение 4 апреля в 18^h21^m с $\varphi=47.98^\circ N$, $\lambda=70.83^\circ E$, $K_p=8.8$ [17]. Землетрясение необычно именно районом местоположением эпицентра, оно находится относительно недалеко (~ 100 км) от эпицентра Шалгинского землетрясения 22 августа 2001 г. в 17^h58^m , которое произошло в 198 км юго-восточнее г. Жезказгана, вблизи пос. Шалгинский с интенсивностью в эпицентре примерно 6 баллов по шкале МСК-64, с $\varphi=47.20^\circ N$, $\lambda=70.20^\circ E$, $h=19$ км, $K_p=13.2$, $mpv=5.4$ [26].

Сейсмичность Северного Тянь-Шаня. Традиционно выделенная рамкой на рис. 1 и 4 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 400 землетрясений с $K_p \geq 6.6$ [17]. В табл. 1 приведено распределение землетрясений по энергетическим классам. Карта эпицентров землетрясений Северного Тянь-Шаня с $K_p \geq 6.6$ представлена на рис. 4. Проведено сравнение с долговременными средними значениями сейсмического режима для района Северного Тянь-Шаня [27]. Так в монографии А. Сыдыкова для исследуемого района приведены значения $\gamma=0.46$, $A_{10}=0.09$ [27]. На рис. 5 приведен график повторяемости землетрясений Северного Тянь-Шаня за 2015 г., согласно графику $\gamma=0.46$, $A_{10}=0.059$. Если сопоставить полученные значения с долговременными средними параметрами, можно заключить, что угол наклона графика повторяемости не изменился (рис. 5), однако сейсмическая активность района в 2015 г. значительно ниже долговременных средних значений.

Таблица 1. Распределение числа землетрясений по энергетическим классам и суммарная высвобожденная сейсмическая энергия ΣE на Северном Тянь-Шане

K_p	7	8	9	10	11	12	$\Sigma E, Дж$
$N(K)$	285	76	25	10	2	2	$1.71 \cdot 10^{12}$

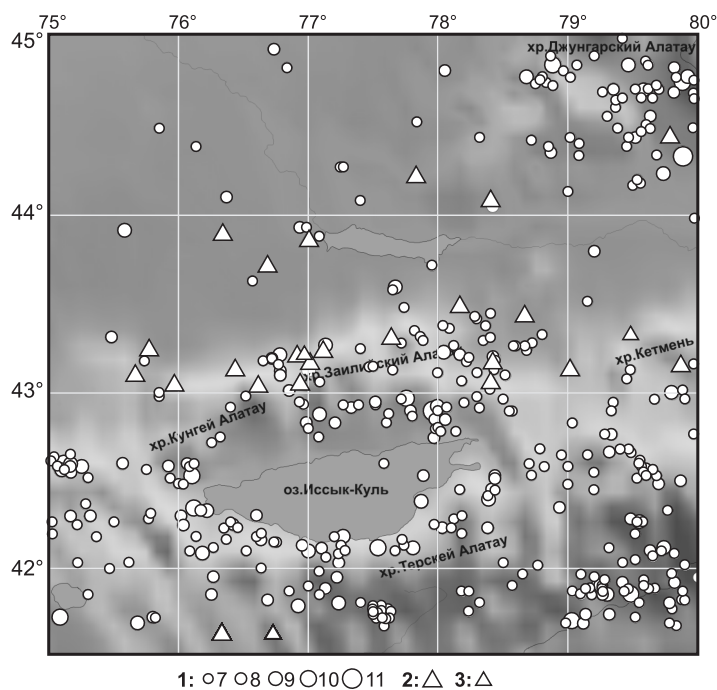


Рис. 4. Карта эпицентров землетрясений Северного Тянь-Шаня с $K_p \geq 6.6$

1 – энергетический класс K_p ; 2 – сейсмические станции СОМЭ МОН РК; 3 – сейсмические станции ИГИ МЭ РК.

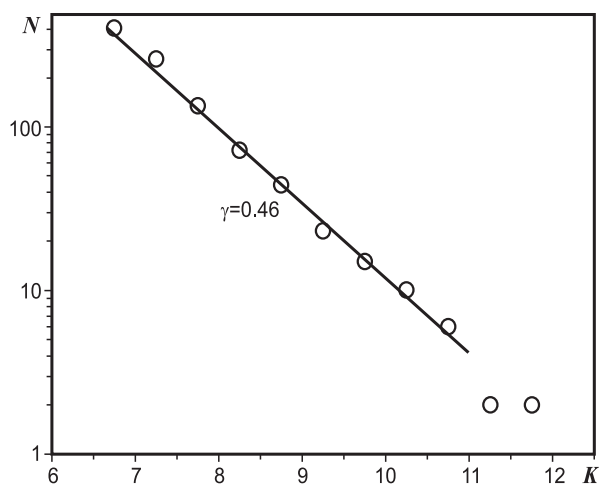


Рис. 5. График повторяемости землетрясений Северного Тянь-Шаня за 2015 г. с $K_p \geq 6.6$

На рассматриваемой территории Северного Тянь-Шаня самое сильное землетрясение зарегистрировано 22 января 2015 г. в $15^{\text{h}}52^{\text{m}}$ с $\varphi=42.20^{\circ}\text{N}$, $\lambda=75.02^{\circ}\text{E}$, $K_p=11.9$ [17] в пределах Кыргызстана, к юго-востоку от г. Бишкека западнее оз. Иссык-Куль. Землетрясение ощущалось в г. Алматы, на расстоянии 195 км от эпицентра, интенсивность сотрясений составила 2–3 балла.

Другое сильное землетрясение с $K_p=11.8$, $MS=3.6$, $\varphi=42.87^{\circ}\text{N}$, $\lambda=77.37^{\circ}\text{E}$, $h=5$ км [17] произошло 15 марта в $14^{\text{h}}01^{\text{m}}$ и ощущалось в г. Алматы ($I=4-5$ балла) и г. Талгаре с интенсивностью $I=4$ балла (рис. 6). Очаг землетрясения находился в высокосейсмичном районе центральной части хребтов Заилийский и Кунгей Алатау (Кунгей-Заилийская зона).

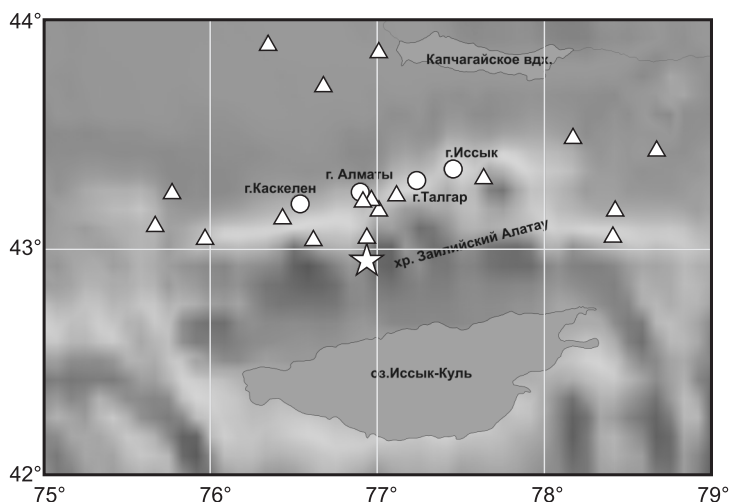


Рис. 6. Карта эпицентра землетрясения 15.03.2015 г. (звездочка), треугольники – сейсмические станции

На рис. 7 представлены сейсмограммы землетрясения по станциям ИГИ. 31 декабря 1982 г. в $19^{\text{h}}46^{\text{m}}$ в этом же районе, с теми же координатами произошло землетрясение с $K_p=13.7$, $\varphi=42.87^{\circ}\text{N}$, $\lambda=77.37^{\circ}\text{E}$, $h=15-20$ км (Новогоднее землетрясение). Интересно, что 15 августа 2014 г. в $21^{\text{h}}42^{\text{m}}$ в этом же районе произошло землетрясение с $K_p=12.1$ ($MS=4.3$), которое ощущалось в г. Алматы и г. Талгаре с интенсивностью 4 балла.

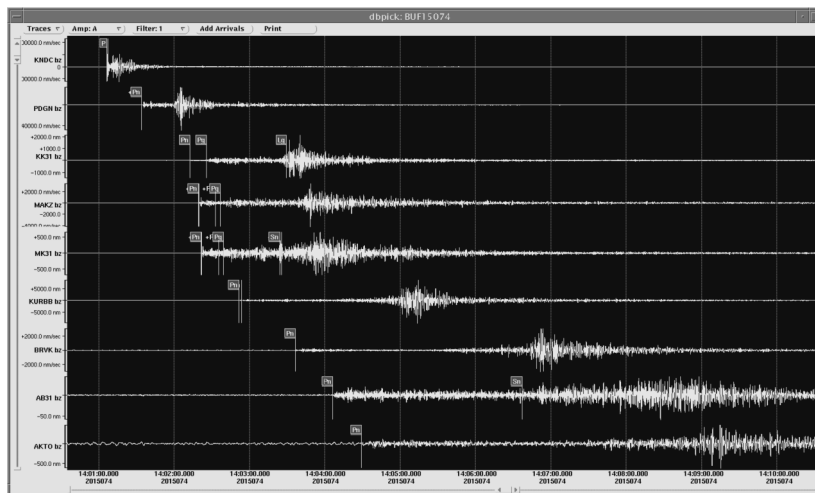


Рис. 7. Сейсмические записи Z-компоненты землетрясения 15 марта в $14^{\text{h}}01^{\text{m}}$, $\varphi=42.87^{\circ}\text{N}$, $\lambda=77.37^{\circ}\text{E}$, $K_p=11.8$

В табл. 2 приведены параметры сейсмических воздействий Талгарского землетрясения 15.03.2015 г. по данным ближайших станций ИГИ – ускорений грунта A и колебательной скорости V . На рис. 8 приведены спектры реакции землетрясения по записям станции KNDC, расположенной на территории г. Алматы.

Таблица 2. Параметры сейсмических воздействий землетрясения 15.03.2015 г. в 14^h01^m с $K_p=11.8$, $MS_{per}=3.6$

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	28	4	14.6	13.6	27.2	0.21	0.20	0.42	0.13	0.13
PDGN	216	–	0.3	0.3	0.1	0.010	0.010	0.005	0.4	0.4

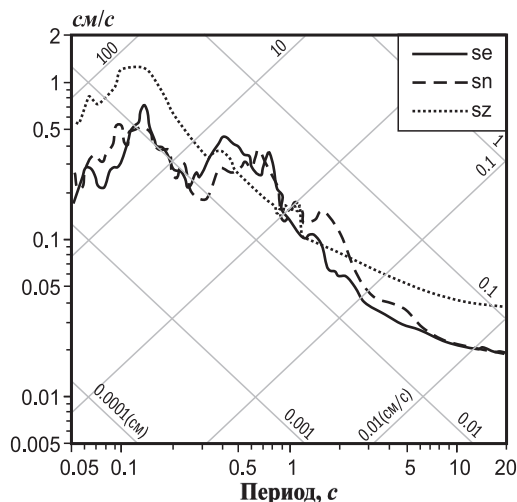


Рис. 8. Спектры реакции землетрясения 15 марта в 14^h01^m по данным станции «KNDC»

Землетрясение 30 марта (рис. 9) в 06^h48^m с $K_p=9.7$, $MS=2.0$ интересно тем, что оно произошло в очаге сильного ощутимого землетрясения 1 мая 2011 г. с $K_p=13.1$ [28], которое имело большой резонанс как среди сейсмологов (редкое событие для данного района), так и среди жителей г. Алматы в связи с несколькими ощутимыми афтершоками. Координаты эпицентра события находятся в слабоактивной сейсмической зоне Илийской впадины. Землетрясение 30 марта ощущалось на территории г. Алматы с интенсивностью 2–3 балла по шкале MSK-64. На рис. 10 приведены спектры реакции землетрясения по записям станции KNDC, расположенной на территории г. Алматы на расстоянии 73 км от эпицентра. Максимальное ускорение $A_{max}=0.7$ см/с² на Z-компоненте.

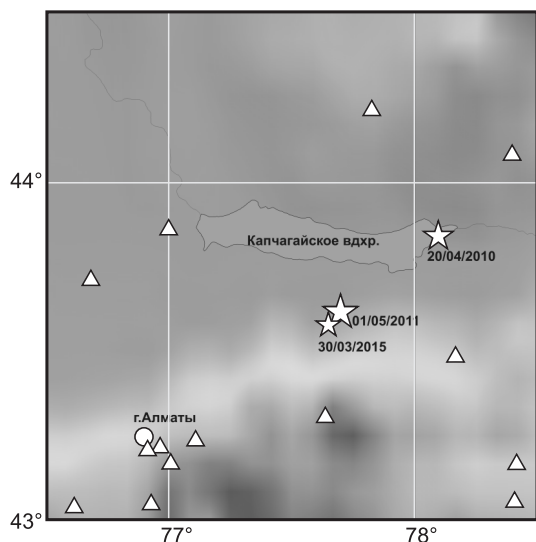


Рис. 9. Положение эпицентра землетрясения 30.03.2015 г. (звездочка), треугольники – сейсмические станции

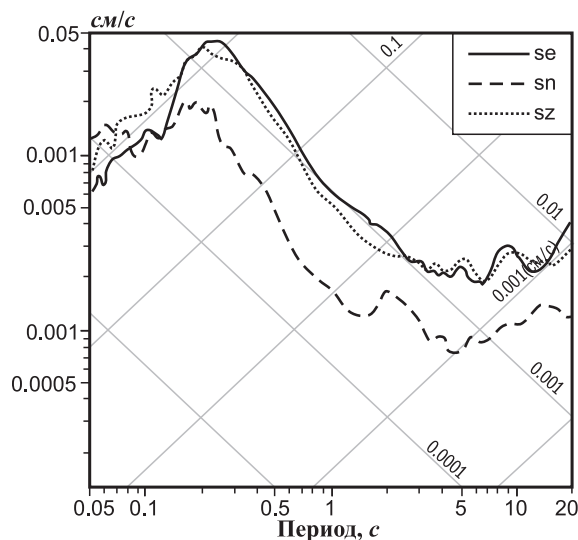


Рис. 10. Спектры реакции землетрясения 30 марта в 06^h48^m по данным станции «KNDC»

Заключение. Характеризуя сейсмичность территории Казахстана в 2015 г., следует отметить, что в основном активны были районы, традиционно считавшиеся слабосейсмичными. Большой интерес специалистов в области сейсмического мониторинга и оценки сейсмической опасности вызвало землетрясение вблизи Семипалатинского испытательного полигона, которое хотя и было средней силы, но, тем не менее, проявилось довольно ощутимыми колебаниями. Аномальная активность наблюдалась также в районе Прибалхашья.

Л и т е р а т у р а

1. Жунусова А.Ж., Бектурганова Б.Б. Сейсмические станции Сейсмологической опытно-методической экспедиции Министерства образования и науки Республики Казахстан в 2015 г. // Землетрясения Северной Евразии. – 2021. – Вып. 24 (2015 г.). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html>
2. Соколова И.Н. Сейсмические группы и станции Республиканского государственного предприятия «Институт геофизических исследований» Министерства энергетики Республики Казахстан в 2015 г. // Землетрясения Северной Евразии. – 2021. – Вып. 24 (2015 г.). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html>
3. Берёзина А.В. (отв. сост.). Сейсмические станции Кыргызстана в 2015 г. // Землетрясения Северной Евразии. – 2021. – Вып. 24 (2015 г.). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html>
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. Drozdnin 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». (2021). [Site]. – URL: <http://some.kz>
10. Михайлова Н.Н., Синева З.И. Обработка данных сейсмических станций НЯЦ РК // Вестник НЯЦ РК. – 2002. – Т. 2, № 10. – С. 64–68.
11. Borman P. New Manual of Seismological Observatory Practice. – Potsdam: GeoForschungsZentrum, 2002. – V. 1. – P. 16–50.
12. Михайлова Н.Н., Аристова И.Л., Германова Т.И. Годограф сейсмических волн по результатам регистрации сигналов от химических взрывов // Геофизика и проблемы нераспространения: Вестник НЯЦ РК. – 2002. – Т. 2, № 10. – С. 46–54.
13. Казахстанский национальный центр данных. (2021). [Site]. – URL: <http://www.kncd.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 *MPVA* 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. Жунусова А.Ж., Бектурганова Б.Б., Михайлова Н.Н. (отв. сост.), Досайбекова С.К., Досымбекова Ж.Б., Утешова Р.З., Мукамбаев А.С. Каталог землетрясений Казахстана за 2015 г. // Землетрясения Северной Евразии. – 2021. – Вып. 24 (2015 г.). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html>
18. Досайбекова С.К., (отв. сост.), Полешко Н.Н. Каталог механизмов очагов землетрясений Казахстана за 2015 г. // Землетрясения Северной Евразии. – 2021. – Вып. 24 (2015 г.). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html>
19. Жунусова А.Ж., Мукамбаев А.С. Макросейсмический эффект ощутимых землетрясений в населенных пунктах Казахстана и прилегающих территорий в 2015 г. // Землетрясения Северной Евразии. – 2021. – Вып. 24 (2015 г.). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html>
20. Жунусова А.Ж., Мукамбаев А.С. Сведения о пунктах, для которых имеется информация о макросейсмических проявлениях ощутимых землетрясений Казахстана за 2015 г. // Землетрясения Северной Евразии. – 2021. – Вып. 24 (2015 г.). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html>
21. Мукамбаев А.С., Михайлова Н.Н. Сейсмическая опасность Главного Чингизского разлома для территории Семипалатинского испытательного полигона // Вестник НЯЦ РК. – 2015. – № 3. – С. 82–86.
22. Михайлова Н.Н., Соколова И.Н., Полешко Н.Н. Историческая и современная сейсмичность территории Семипалатинского испытательного полигона // Геофизические процессы и биосфера. – 2020. – Т. 19, № 2. – С. 117–134. doi: 10.21455/gpb2020.2-9

23. Мукамбаев А.С., Михайлова Н.Н., Соколов А.Н. Чингизское землетрясение 20 января 2015 года с $K_R=12.2$, $mb=5.6$, $I_0=5-6$ (Восточный Казахстан) // *Землетрясения Северной Евразии*. – 2021. – Вып. 24 (2015 г.). – С. 258–266. doi: 10.35540/1818-6254.2021.24.25
24. Нурмагамбетов А., Сыдыков А., Власова А.А., Краснова А.Ф. Баканасское землетрясение 25 сентября 1979 г. // *Землетрясения в СССР в 1979 году*. – М.: Наука, 1982. – С. 48–53.
25. Михайлова Н.Н., Полешко Н.Н. О необычном Баканасском землетрясении 1979 г. в Казахстане ($MW=5.7$) // *Вестник НЯЦ РК*. – 2013. – № 2. – С. 154–160.
26. Михайлова Н.Н., Неделков А.И., Соколова И.Н., Казаков Е.И., Беляшов А.В. Шалгинское землетрясение 22 августа 2001 года // *Геофизика и проблемы нераспространения: Вестник НЯЦ РК*. – 2002. – № 2. – С. 78–87.
27. Сыдыков А. Сейсмический режим территории Казахстана. – Алматы: «Гылым», 2004. – 270 с.
28. Михайлова Н.Н., Полешко Н.Н. Капчагайское землетрясение 1 мая 2011 г. // *Вестник НЯЦ РК*. – 2013. – № 1. – С. 103–110.

SEISMICITY of KAZAKHSTAN and ADJACENT TERRITORIES in 2015

N.N. Mikhailova¹, I.N. Sokolova¹, B. Bektyurganova²

¹*Branch Institute of Geophysical Research of the Republican State Enterprise "National Nuclear Center" of the Ministry of Energy of the Republic of Kazakhstan, Kurchatov, mikhailova@kndc.kz, sokolova@kndc.kz*

²*Seismological Experimental and Methodological Expedition of the National Center for Seismological observations and research of the Republic of Kazakhstan, Almaty, bayan_0106@mail.ru*

Abstract. In 2015, the seismic monitoring in Kazakhstan was conducted by two Organizations: Seismological Experience-Methodical Expedition of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan (SEME), and the Republican State Enterprise Institute of Geophysical Research of the Ministry of Energy of the Republic of Kazakhstan (IGR). The paper presents detailed information on seismic observation networks. The joint catalogue based on the data of two organizations was compiled. It includes 489 earthquakes having energy class $K_R=6.6-12.2$. The largest earthquake occurred on January 20, 2015 near the Semipalatinsk Test Site. The earthquake had magnitude $MPVA=5.3$, energy class $K_R=12.2$, and was felt in a range of Kazakhstan settlements.

Key words: seismic activity, Semipalatinsk Test Site, aseismic region, peak acceleration and oscillation velocity of ground.

DOI: 10.35540/1818-6254.2021.24.10

For citation: Mikhailova, N.N., Sokolova, I.N., & Bektyurganova, B. (2021). [Seismicity of Kazakhstan and adjacent territories in 2015]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 24(2015), 113–121. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2021.24.10

References

1. Zhunusova, A.Zh., & Bekturganova, B.B. (2021). [Seismic stations of the Seismological Experience-Methodical Expedition of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan in 2015]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 24(2015). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html> (In Russ.).
2. Sokolova, I.N. (2021). [Seismic arrays and stations of the Republican State Enterprise "Institute of Geophysical Research" of the Ministry of Energy of the Republic of Kazakhstan in 2015]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 24(2015). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html> (In Russ.).
3. Berezina, A.V. (2021). [Seismic stations of Kyrgyzstan in 2015]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 24(2015). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html> (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 *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii v 2011 godu* [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 *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii v 2004 godu* [Earthquakes in Northern Eurasia, 2004] (pp. 130–141). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.).
7. Droznin, D., & Droznina, S. (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-Atinskom prognosticheskom poligone* [Integrated investigations at Alma-Ata forecast site] (pp. 108–112). Alma-Ata, Kazakhstan: Nauka Publ. (In Russ.).
9. Seismological Experience-Methodical Expedition. (2021). 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. (2002). New manual of seismological observatory practice. Potsdam, Germany: GeoForschungsZentrum, 1, 16–50.
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. (2021). 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 *Ekspperimental'naia seismika. Trudy IFZ AN SSSR № 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-Atinskom prognosticheskom 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. Zhunusova, A.Zh., Bekturganova, B.B., Mikhailova, N.N., Dosaibekova, S.K., Dosymbekova, Zh.B., Uteshova, R.Z., & Mukambaev, A.S. (2021). [Catalogue of Kazakhstan earthquakes in 2015]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 24(2015). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html> (In Russ.).
18. Dosaibekova, S.K., & Poleshko, N.N. (2021). [Catalogue of focal mechanisms of Kazakhstan earthquakes for 2015]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 24(2015). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html> (In Russ.).
19. Zhunusova, A.Zh., & Mukambaev, A.S. (2021). [Macroseismic effect of felt earthquakes in settlements of Kazakhstan and adjacent territories in 2015]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 24(2015). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html> (In Russ.).
20. Zhunusova, A.Zh., & Mukambaev, A.S. (2021). [Information on settlements with data on macroseismic effects of Kazakhstan felt earthquakes in 2015]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 24(2015). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html> (In Russ.).
21. Mukambaev, A.S., & Mikhailova, N.N. (2015). [Seismic hazard of the main Chingiz fault for the territory of Semipalatinsk Test Site]. *Vestnik NIaTs RK* [Bulletin of NNC RK], 3, 82–86. (In Russ.).
22. Mikhailova, N.N., Sokolova, I.N., & Poleshko, N.N. (2020). [Historical and contemporary seismicity of the Semipalatinsk Test Site territory]. *Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics*, 56(8), 869–886.
23. Mukambaev, A.S., Mikhailova, N.N., & Sokolov, A.N. (2021). [Chingiz earthquake of January 20, 2015 with $K_R=12.2$, $mb=5.6$, $I_0=5-6$ (Eastern Kazakhstan)]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 24(2015), 258–266. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2021.24.25
24. Nurmagambetov, A., Sydykov, A., Vlasova, A.A., & Krasnova, A.F. (1982). [Bakanass earthquake of September 25, 1979]. *Zemletriaseniia v SSSR v 1979 godu* [Earthquakes in the USSR in 1979] (pp. 48–53). Moscow, Russia: Nauka Publ. (In Russ.).
25. Mikhailova, N.N., & Poleshko, N.N. (2013). [About unusual Bakanass earthquake in 1979 in Kazakhstan ($M_w=5.7$)]. *Vestnik NIaTs RK* [Bulletin of NNC RK], 2, 154–160. (In Russ.).
26. Mikhailova, N.N., Nedelkov, A.I., Sokolova, I.N., Kazakov, E.I., & Beliashov, A.V. (2002). [Shalginsk earthquake in Central Kazakhstan of August 22, 2001]. *Vestnik NIaTs RK* [Bulletin of NNC RK], 2, 78–87. (In Russ.).
27. Sydykov, A. (2004). *Seismicheskii rezhim territorii Kazakhstana* [Seismic regime of the territory of Kazakhstan]. Almaty, Kazakhstan: «Gylym», 270 p.
28. Mikhailova, N.N., & Poleshko, N.N. (2013). [Kapchagay earthquake of May 1, 2011]. *Vestnik NIaTs RK* [Bulletin of NNC RK], 1, 103–110. (In Russ.).