

<https://doi.org/10.52676/1729-7885-2022-1-28-35>
УДК 550.344

КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕЙСМИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ ГРУНТА ПО ЗАПИСЯМ ПРИБОРОВ СИЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА

Н.Н. Михайлова, А.Н. Соколов, И.Н. Соколова

Филиал «Институт геофизических исследований» РГП НЯЦ РК, Курчатов, Казахстан

E-mail для контактов: sokolova@kndc.kz

В статье описана база данных сильных движений, в которой содержатся цифровые записи и результаты обработки как аналоговых, так и цифровых станций из района Восточного Казахстана. В базу данных вошли более 150 записей по цифровым данным сети сильных движений, а также по аналоговым станциям на эпицентральных расстояниях 7–4883 км. Максимальное ускорение, за этот период было получено станцией Буран для афтершока Зайсанского землетрясения в 1990 г.

Ключевые слова: *сильные движения, Восточный Казахстан, интенсивность, сейсмические воздействия; сейсмическая опасность.*

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы возрос интерес к изучению сейсмичности на территории Восточного Казахстана. Этот интерес обусловлен высокой плотностью населения в регионе, наличием большого количества добывающих и перерабатывающих производств, наличием объектов атомной отрасли. На территории Восточного Казахстана находится бывший Семипалатинский испытательный полигон, сейсмичность которого до последних лет практически не изучалась.

Оценка сейсмической опасности по современным требованиям должна проводиться в двух вариантах – в значениях интенсивности колебаний в баллах макросейсмической шкалы и в количественных характеристиках колебаний грунта (ускорениях, скоростях и смещениях). При задании сейсмических нагрузок для сейсмостойких сооружений требуется знание возможных параметров сейсмических воздействий на площадке строительства при ожидаемых сильных землетрясениях. Чтобы получить такие характеристики, требуется регистрация колебаний приборами сильных движений для получения реальных записей физических параметров колебаний грунта на конкретных площадках и использования их в дальнейшем для прогноза сейсмических воздействий при будущих возможных сильных землетрясениях.

Требуется изучение и документирование макросейсмического проявления землетрясений на территории Восточного Казахстана при сильных и ощутимых землетрясениях, что поможет поиску региональных уравнений макросейсмического поля, а также поиску корреляций макросейсмических и инструментальных характеристик в этом районе.

Отметим, что в целом для территории Восточного Казахстана плохо изучена историческая сейсмичность, скудные документированные факты об ощутимых землетрясениях относятся лишь к периоду, начиная с середины XVIII века, когда на территории Западного Алтая стали строиться укрепления, основываться поселения казаков, создаваться рудники для

добычи полезных ископаемых, и формироваться поселки вблизи месторождений. Самый полный обзор сейсмичности Семипалатинской губернии с середины XVIII до начала XX века был представлен в исторической справке Чеканинского И.В. [1], а также в работе Мушкетова И.В., Орлова А. [2].

Таким образом, с XVIII века уже известно о том, что на территории Семипалатинской губернии и ее окрестностей происходят ощутимые землетрясения слабой и средней силы, а также ощущаются колебания от сильнейших далеких землетрясений из района Алтая, Китая и Северного Тянь-Шаня. Максимальная интенсивность $I=7$ баллов наблюдалась при землетрясении 21 мая 1901 г. в селе Глубокое [1].

Инструментальная регистрация землетрясений на территории Восточного Казахстана началась в 1934 году, в регионе была установлена сейсмическая станция Семипалатинск (SEM), которая начала вести непрерывную регистрацию сейсмических колебаний. Долгие годы это была единственная станция на огромной территории Восточного Казахстана.

В 1990 году неожиданно для сейсмологов в Восточном Казахстане произошло сильное разрушительное Зайсанское землетрясение 14 июня 1990 г., с $M_w=6,6$ [3]. С наибольшей интенсивностью землетрясение проявилось в населенных пунктах Рожково и Бакасу, находящихся соответственно в 22 и 37 км южнее эпицентра, где сила сотрясений достигала 8 баллов [3]. Во многих саманных и каменных зданиях наблюдались повреждения в виде сквозных трещин и проломов в стенах, обрушения отдельных частей зданий, полное обрушение внутренних стен, кирпичных печей [3]. После этого землетрясения была в срочном порядке пересмотрена действующая на тот период карта сейсмического районирования (создана «Временная схема сейсмического районирования Восточного Казахстана»), открыта новая стационарная станция Зайсан, пункты сильных движений.

27 сентября 2003 г. в 11 часов 33 минуты 23.3 секунды по Гринвичу на территории Горного Алтая в

долине р. Чуя в горной перемычке между Чуйской и Курайской впадинами произошло сильнейшее землетрясение с магнитудой $M_w=7,3$ (координаты эпицентра – 50,04 с.ш., 88,07 в.д.). За инструментальный период сейсмологических наблюдений это самое крупное землетрясение на территории Алтае-Саянской складчатой области. [4]. Землетрясение в зоне эпицентра вызвало сотрясения почвы более 10 баллов по шкале MSK-64. На территории Восточного Казахстана землетрясение ощущалось во многих населенных пунктах: Семей, Усть-Каменогорск, Курчатов – 4 балла, Зайсан и Маканчи – 3 б [4].

В настоящей работе предпринята первая попытка обобщения всех накопленных за 30 лет инструментальных данных по количественным параметрам сильных движений грунта по станциям, расположенным в Восточном Казахстане.

Станции сильных движений Восточного Казахстана

Ситуацию с сетью станций сильных движений в Восточном Казахстане нельзя признать благополучной. Долгие годы их вообще не было, сейчас их тоже далеко не достаточно. Первые приборы для регистрации сильных движений были установлены только после сильного Зайсанского землетрясения. Станция Буран была установлена в эпицентральной зоне Зайсанского землетрясения 14 июня 1990 г. [3] вскоре после основного толчка на расстоянии 19 км от эпицентра (рисунок 1, таблица 1). Кроме станции Буран, в июле 1990 г. была открыта новая сейсмическая станция Зайсан [5], на которой кроме стандартного чувствительного сейсмометра СКМ [6] также был установлен прибор сильных движений ИСО (рисунок 1, таблица 1), в 1991 г. в этом районе был открыт еще один переносной пункт сильных движений Рожково (рисунок 1, таблица 1). Запись проводилась в ждущем режиме на фотопленку.

Оперативная установка приборов сильных движений в очаговой области сильного Зайсанского землетрясения позволила уже в первые же месяцы на пункте СД Буран для сильнейшего афтершока Зайсанского землетрясения 3 августа 1990 г. с $M_w=6,1$ [3, 5] прибором ИСО-ПМ+С5С [6] получить запись по двум горизонтальным компонентам с чувствительностью 0,1 с [3].

На рисунке 2 представлена велосиграмма по компоненте В-3. Измерения показали, что максимальная амплитуда колебательной скорости составила 11,4 см/с на периоде 1,2 с [3]. Длительность участка

«больших» амплитуд равна 2 с. Велосиграмма по компоненте В-3 была оцифрована и обработана [14] (рисунок 2), по ней были рассчитаны спектры реакции в терминах ускорения, скорости и смещения. Максимум в спектре ускорения наблюдался на периоде 0,2 с. Интерпретация полученных данных с точки зрения связи инструментальных характеристик с макросейсмическими показала, что значение максимального ускорения 115 см/с^2 по расчетной акселерограмме, соответствует 7 баллам [3]. Значение скорости 11,4 см/с соответствует верхней границе интервала колебательных скоростей для 6 баллов [3]. Таким образом, исходя из имеющейся записи, можно утверждать, что в эпицентральной области землетрясения 3 августа 1990 г. имели место эффекты интенсивностью в 6–7 баллов [3]. Следует отметить, что зарегистрированное станцией Буран ускорение остается пока максимальным за всю историю наблюдений сильных движений в Восточном Казахстане.

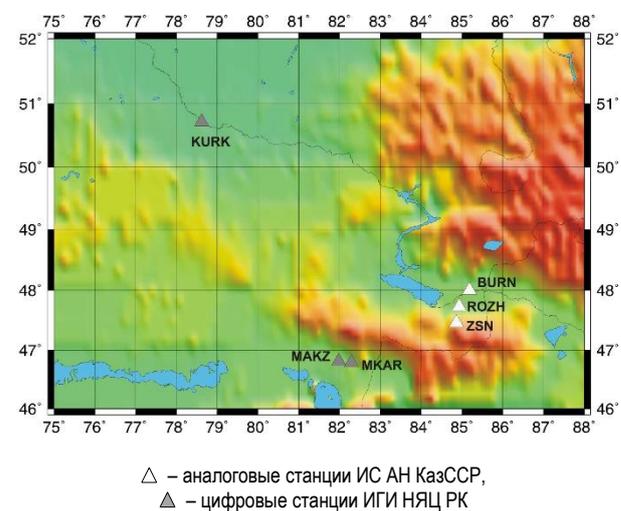


Рисунок 1. Карта расположения станций сильных движений Восточного Казахстана

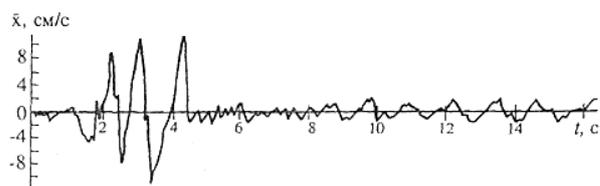


Рисунок 2. Велосиграмма сильного афтершока Зайсанского землетрясения 3 августа 1990 года [3]

Таблица 1. Параметры аналоговых станций сильных движений ИС АН КазССР

Станция	Дата открытия	Заккрытие	Широта, N	Долгота, E	h, м	Тип прибора	Компоненты
Зайсан (ZSN)	07.1990	1995–2000	47,4613	84,8646	550	ИСО	N, E, Z
Буран (BURN)	07.1990	1995–2000	48,0008	85,1867	400	ССРЗ ИСО	N, E, Z
Рожково (ROZH)	1991	1995–2000	47,733	84,933		ИСО	N, E, Z

**КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕЙСМИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ ГРУНТА
ПО ЗАПИСЯМ ПРИБОРОВ СИЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА**

Таблица 2. Параметры записей СД по аналоговым станциям сильных движений Восточного Казахстана

гг	мм	дд	t0, ч.м.с.	φ , °	λ , °	H, км	Ms	Станция	Расстояние, км	I ₀ , балл	V, см/с E-W	V, см/с N-S	T, с	d, с
1990	08	03	09:15:07	47,80	84,77	20	6,1	BURN	38	6-7	11,4		1,2	2
1995	05	28	21:46:55.1	47,417	85,417	зк	4,9	ZSN	93	4	0,24	0,20	0,36	1,5

Таблица 3. Параметры станций сильных движений сети ИГИ НЯЦ РК

Код станции	φ , N	λ , E	h, м	Название станции	Начало работы	АЦП	Акселерометр	Частота оцифровки, Гц	Условия установки
KURK	50,715	78,620	184	Курчатов	1996	Q330HR	FBA23	1	шахта, гранит
					2011	Q330HR	FBA23	100	
					2019	Q330HR	Episensor ES-T	100	
MAKZ	46,808	81,977	600	Маканчи	1996-2004	Q330	FBA-ES-Episensor	80	штольня, гранит
					2010	Q330	FBA-ES-Episensor	100	
MKAR	46,7937	82,2904	615	Маканчи	1999	AIM24S	KS54000-CTBTO	40	скважина, гранит
					2011	AIM24S	CMG-3TB	40	

* Скважинные сейсмометры KS54000-CTBTO и CMG3TB являются чувствительными акселерометрами.

Для землетрясения 28 мая 1995 г. на эпицентральной дистанции 93 км, станция Зайсан зарегистрировала сильные движения с максимальной колебательной скоростью $A_{max}=0,24$ см/с (таблица 2).

ЦИФРОВЫЕ СТАНЦИИ СИЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ ИГИ НЯЦ РК НА ТЕРРИТОРИИ ВК

Первая цифровая станция сильных движений сети ИГИ НЯЦ РК начала свою работу в сентябре 1996 г., когда на сейсмической станции IRIS/GSN в Маканчи был установлен акселерометр сильных движений FBA23. В настоящее время в Восточном Казахстане работают две станции сильных движений сети ИГИ НЯЦ РК – Маканчи и Курчатов, обе входят в глобальную сеть мониторинга IRIS [7–10] (рисунок 1, 3).



Рисунок 3. Вид оборудования на станциях сильных движений: а) KURK, б) MAKZ

В таблице 3 приведены параметры станций сильных движений. Кроме того, для анализа используются также цифровые записи трехкомпонентной станции MKAR (МК31) сейсмической группы Маканчи [10] (рисунок 1, таблица 3). На станции установлен чувствительный скважинный акселерометр, его динамический диапазон не позволяет регистрировать ускорения с амплитудами больше $0,4$ см/с². Но, тем не менее, его использование позволяет улучшить статистику по данным СД, расширить территорию ис-

следований. Станции СД MAKZ, KURK работают в триггерном режиме, MKAR в непрерывном режиме. Обработка данных проводится при помощи программного обеспечения ViewWave, разработанного Т. Кашимой [11]. За время работы станций сильных движений были созданы каталоги параметров записей и соответствующих спектров реакции. Обработке подлежали все записи с $A_{max} \geq 0,1$ см/с².

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

В настоящее время база данных СД для района Восточного Казахстана содержит информацию по 150 записям землетрясений (рисунок 4). Записью считается сейсмограмма по всем имеющимся на приборе СД каналам. Всего зарегистрировано 142 землетрясения за период с 1996 г. до июля 2021 г. (рисунок 5). Диапазон магнитуд M землетрясений составляет от 1,1 до 8,4. Наибольшее количество очагов землетрясений, данные которых обработаны, расположены в Восточном Казахстане вблизи сейсмической станции Маканчи.

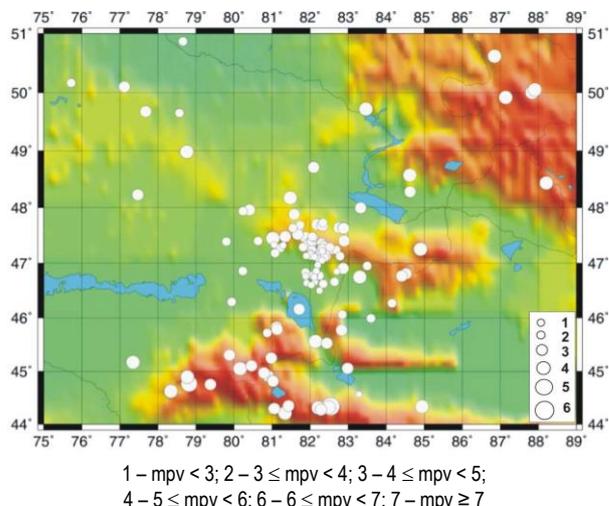


Рисунок 4. Карта эпицентров землетрясений, зарегистрированных станциями сильных движений ИГИ НЯЦ РК

**КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕЙСМИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ ГРУНТА
ПО ЗАПИСЯМ ПРИБОРОВ СИЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА**

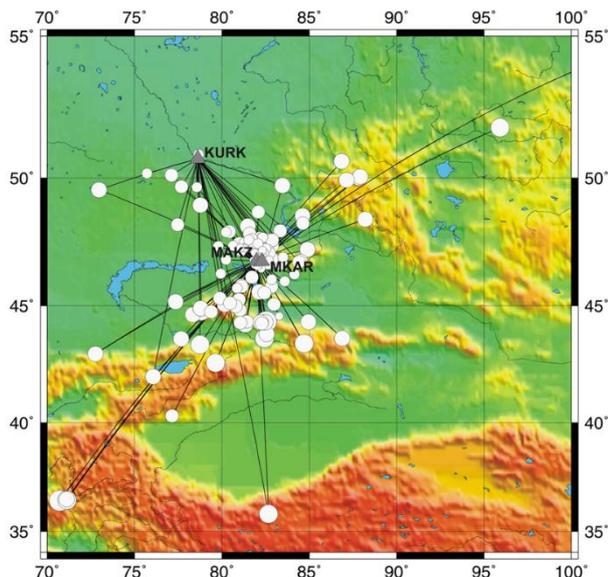


Рисунок 5. Карта расположения станций СД в Восточном Казахстане и эпицентры землетрясений, данные которых обработаны

Однако есть и удаленные землетрясения из районов Тянь-Шаня, Тибета, Гиндукуша [12] и даже Охотского моря [13] (рисунок 6, 7). Уникальное глубокофокусное событие с эпицентром в районе Охот-

ского моря, 24 мая 2013 г., $M_w=8,2$ ощущалось практически на всей Земле на расстояниях до 8200 км от эпицентра, в том числе в таких крупных мегаполисах как Москва, Санкт-Петербург, Токио, Дели, Милан, Ченду, Дубаи [12]. На территории Казахстана землетрясение ощущалось в городах: Атырау – 5 баллов, Астана – 4 балла, Усть-Каменогорск, Курчатов – 3 балла, Алматы – 2–3 балла (рисунок 6) [12]. Удаленные глубокофокусные землетрясения с магнитудами больше 6,5, хотя и не вызывают разрушений, но могут ощущаться на территории Восточного Казахстана, особенно в высотных зданиях. Исследования по изучению воздействий удаленных глубокофокусных землетрясений необходимо продолжать в связи со слабой изученностью вопроса [13, 14].

ПАРАМЕТРЫ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ ПО СТАНЦИЯМ СИЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ ИГИ НЯЦ РК

По результатам регистрации сильных движений создана база данных, диапазон эпицентральных расстояний от 7 до 4883 км (рисунки 8, 9). Максимальное ускорение за исследуемый период цифровых наблюдений зарегистрировано при землетрясении 28 ноября 2002 г. с $m_b=4,8$ станцией MAKZ на расстоянии 101 км от очага, $A_{max}(EW)=5,6 \text{ см/с}^2$ (рисунок 10).

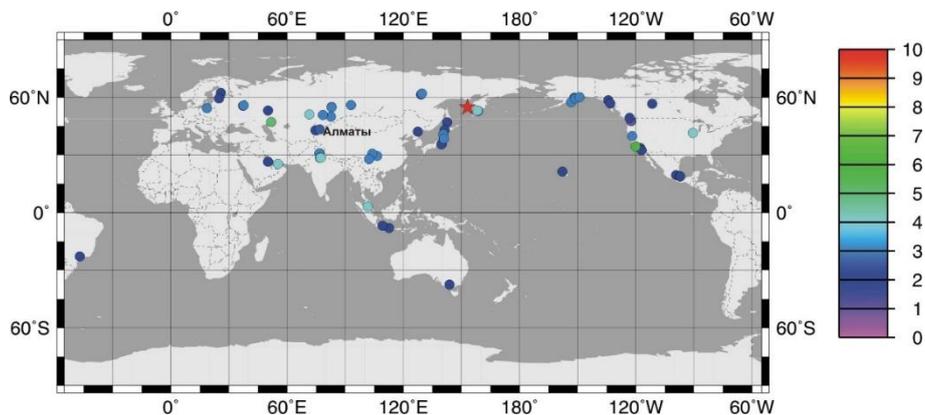


Рисунок 6. Карта интенсивности сотрясений землетрясения 24.05.2013 г.

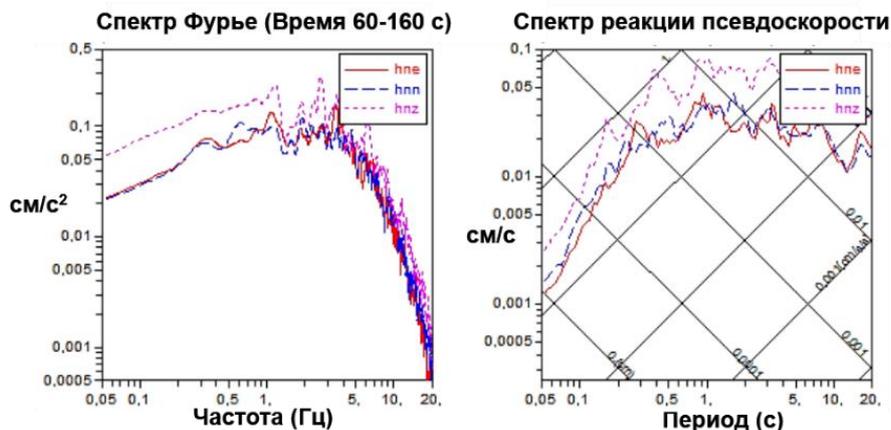


Рисунок 7. Спектры Фурье и реакции землетрясения 24.05.2013 г., станция MAKZ

**КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕЙСМИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ ГРУНТА
ПО ЗАПИСЯМ ПРИБОРОВ СИЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА**

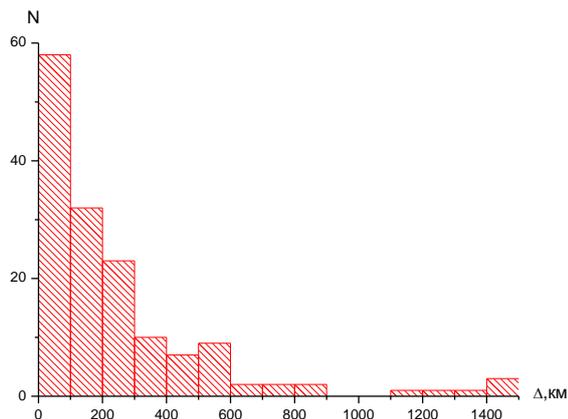


Рисунок 8. Гистограмма записей СД по станциям ИГИ
НЯЦ РК по эпицентральному расстояниям

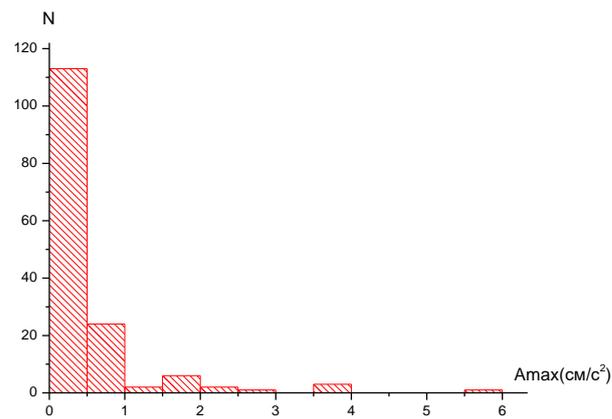


Рисунок 9. Гистограмма записей СД по станциям ИГИ
НЯЦ РК по значениям максимального ускорения A_{max}

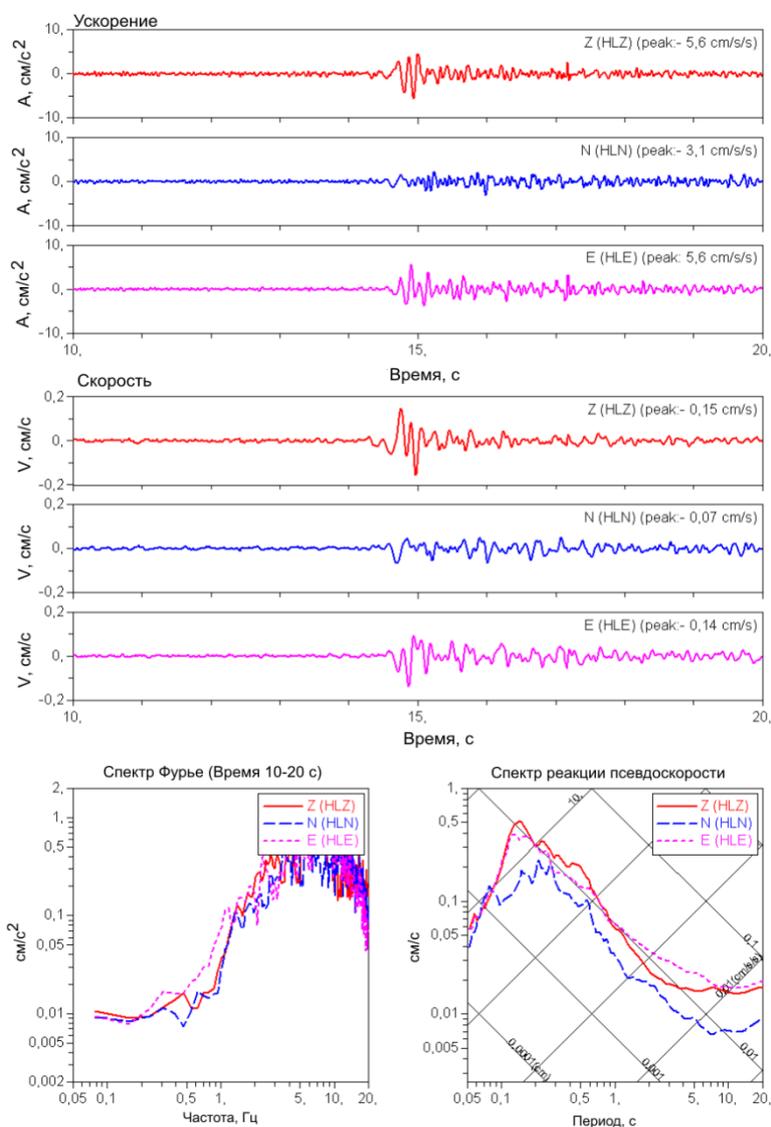


Рисунок 10. Записи СД и результаты их обработки для землетрясения 28 ноября 2002 г.
с $m_b=4,8$, станция МАКЗ, эпицентральное расстояние 101 км

**КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕЙСМИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ ГРУНТА
ПО ЗАПИСЯМ ПРИБОРОВ СИЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА**

Таблица 4. Характеристика записей СД по станциям ИГИ НЯЦ РК

Станция	Количество событий	Период	Диапазон эпицентральных расстояний	Диапазон магнитуд	A_{max} , cm/s^2
MAKZ	124	1996–9.2021	7–4883 км	1,1–8,4	5,6
KURK	17	1996–9.2021	11–768 км	3,2–7	0,9
MKAR	9	2003–09.2021	161–859 км	4,5–5,9	0,4

В таблице 4 представлена характеристика записей СД по станциям. Наибольшее количество записей имеется по станции MAKZ.

На рисунке 11 представлено распределение по магнитудам и расстояниям всех полученных записей сильных движений сети ИГИ НЯЦ РК. Имеющаяся выборка демонстрирует скоррелированность значений расстояний и магнитуд: все сильные землетрясения зарегистрированы, как правило, на больших расстояниях, а на малых расстояниях имеются записи только слабых событий. Это распределение свидетельствует о том, что получить надежную зависимость для затуханий максимальных ускорений только по данным ИГИ НЯЦ РК для исследуемого региона пока невозможно.

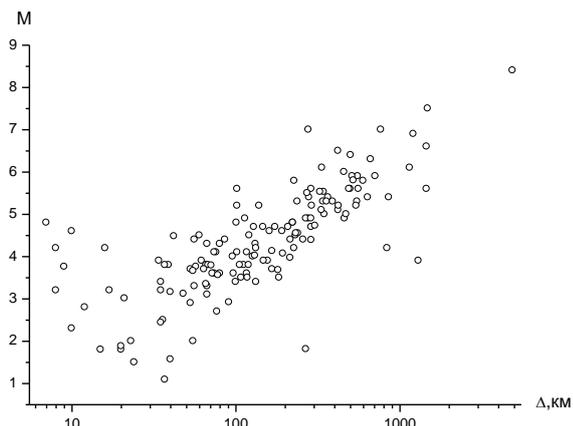


Рисунок 11. Распределение записей сильных движений по магнитудам и расстояниям

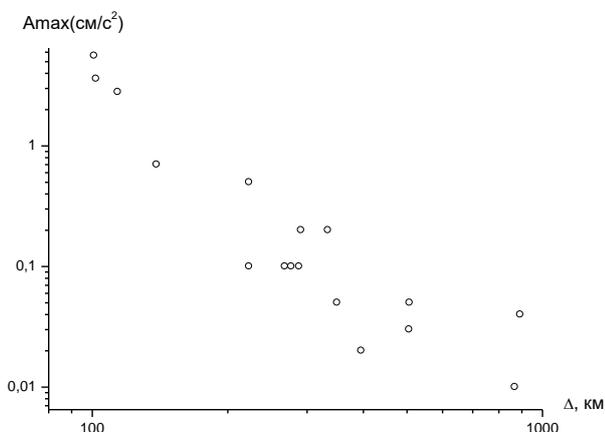


Рисунок 12. Зависимость максимальных амплитуд сильных движений от расстояния для землетрясений с магнитудами $m_b \sim 5$

На рисунке 12 представлена зависимость максимальных амплитуд сильных движений от расстояния для землетрясений с магнитудами $m_b=4,8 \div 5,2$, зарегистрированных станцией MAKZ – видно, что амплитуды быстро затухают с расстоянием.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Создана база данных сильных движений, в которой содержатся цифровые записи и результаты обработки как аналоговых, так и цифровых станций из района Восточного Казахстана. В базу данных вошли более 150 записей по цифровым данным сети сильных движений ИГИ НЯЦ РК, а также по аналоговым станциям ИС МОН РК. на эпицентральных расстояниях 7–4883 км. Максимальное ускорение, равное 115 cm/s^2 , за этот период было получено станцией Бурган для афтершока Зайсанского землетрясения в 1990 г.

2. Полученные данные – это лишь начало создания информационной базы для оценки сейсмической опасности района Восточного Казахстана в количественных характеристиках колебаний грунта. Их необходимо учитывать при поиске региональных соотношений затухания пиковых ускорений и колебательных скоростей, чтобы использовать в практическом аспекте при будущих работах по сейсмическому районированию территории Восточного Казахстана, а также при прогнозе сейсмических воздействий на площадках строительства АЭС и других ответственных объектов.

3. Актуальным является расширение сети станций сильных движений на территории Восточного Казахстана, в районе крупных городов и площадок размещения объектов атомной отрасли.

Статья подготовлена в рамках работ по ПЦФ «Оценка сейсмической опасности территорий областей и городов Казахстана на современной научно-методической основе». Шифр Ф.0980.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чеканинский, И.В. Материалы о сейсмических явлениях в Семипалатинской губернии с 1760 по 1927 г. / И.В. Чеканинский / И.В. Чеканинский // Зап. Семипалатинского отдела ИРГО. Семипалатинск, 1927. – Вып. XVI. – С. 14–73.
2. Мушкетов, И.В. Каталог землетрясений Российской империи. / И.В. Мушкетов, А.П. Орлов // Типография Императорской Академии Наук, Санкт-Петербург, 1893. – 582 с.
3. Нурмагамбетов, А. Зайсанское землетрясение 14 июня 1990 г. / А. Нурмагамбетов, А. Садыков, А.В. Тимуш,

- М.С. Хайдаров, А.А. Власова, Н.Н. Михайлова, М.М. Сабитов, А. Умирзакова, В.А. Гапич // Землетрясения в СССР в 1990 году. – М.: ГС РАН, 1996. – С. 54–60.
4. Еманов, А.Ф. Чуйское землетрясение 2003 года ($M=7.5$) / А.Ф. Еманов, А.А. Еманов, Е.В. Лескова // Вестник НЯЦ РК. – 2009. – Вып. 3. – С. 134.
5. Михайлова, Н.Н. Землетрясения Северного Тянь-Шаня. / Н.Н. Михайлова, Н.П. Неверова // Землетрясения в СССР в 1990 году. – М.: ГС РАН, 1996. – С. 43–45.
6. Аранович, З.И. Основные типы сейсмометрических приборов / З.И. Аранович [и др.] // Аппаратура и методика сейсмометрических наблюдений в СССР. – М.: Наука, 1974. – С. 117.
7. Соколов, А.Н. Регистрация и база данных сильных движений на казахстанских станциях ядерного мониторинга. / А.Н. Соколов, Н.Н. Михайлова // Вестник НЯЦ РК. – 2014. – Вып. 1. – С. 125–131.
8. Соколов, А.Н. Использование данных по сильным движениям для прогноза воздействий на площадки строительства ответственных объектов Казахстана. / А.Н. Соколов, Р.Б. Узбеков // Ядерный потенциал Казахстана: Сборник докладов / ассоциация «Ядерное общество Казахстана» – Алматы. 2012. – С. 92–97.
9. Соколов, А.Н. Регистрация и база данных сильных движений по Казахстанским станциям ядерного мониторинга для оценки воздействий на ответственные промышленные объекты / А.Н. Соколов, Н.Н. Михайлова // Вестник НЯЦ РК. – 2013. – Вып. 3. – С. 125–131.
10. Mikhailova, N.N. Monitoring system of the Institute of Geophysical Research of the Ministry of Energy of the Republic of Kazakhstan / N.N. Mikhailova, I.N. Sokolova // Summary of the Bulletin of the International Seismological Centre 2016 January-June. Vol. 53. Issue 1, 2019, p. 27–38.
11. Kashima T. 2002. ViewWave Help, IISEE, BRI.
12. Мусрепов, А.В. Очаг и последствия сильнейшего Гиндукушского землетрясения 26 октября 2015 г. ($M_w=7.5$) / А.В. Мусрепов, А.Н. Соколов // Вестник НЯЦ РК. – 2016. – Вып. 4. – С. 62–69.
13. Мусрепов, А.В. Сейсмические эффекты от глубоководных землетрясений в дальней зоне / А.В. Мусрепов, А.Н. Соколов // Материалы докладов X Международной конференции молодых ученых, 18–20 апреля 2018 г., г. Бишкек. – С. 104–111.
14. Михайлова, Н.Н. Сейсмическая опасность в количественных характеристиках колебаний грунта. Диссертация на соискание ученой степени доктора физ.-мат. наук. Москва, 1996 г. – 250 с.
2. Mushketov, I.V. Katalog zemletryasenyi Rossiyskoy imperii. / I.V. Mushketov, A.P. Orlov // Tipografiya Imperatorskoy Akademii Nauk, Sankt-Peterburg, 1893. – 582 p.
3. Nurmagambetov, A. Zaysanskoe zemletryasenie 14 iyunya 1990 g. / A. Nurmagambetov, A. Sadykov, A.V. Timush, M.S. Khaydarov, A.A. Vlasova, N.N. Mikhailova, M.M. Sabitov, A. Umirzakova, V.A. Gapich // Zemletryaseniya v SSSR v 1990 godu. – Moscow: GS RAN, 1996. – P. 54–60.
4. Emanov, A.F. Chuyskoe zemletryasenie 2003 goda ($M=7.5$) / A.F. Emanov, A.A. Emanov, E.V. Leskova // Vestnik NYaTs RK. – 2009. – No. 3. – P. 134.
5. Mikhaylova, N.N. Zemletryaseniya Severnogo Tyan'-Shanya. / N.N. Mikhaylova, N.P. Neverova // Zemletryaseniya v SSSR v 1990 godu. – Moscow: GS RAN, 1996. – P. 43–45.
6. Aranovich, Z.I. Osnovnye tipy seysmometricheskikh priborov / Z.I. Aranovich [i dr.] // Apparatura i metodika seysmometricheskikh nablyudenyi v SSSR. – Moscow: Nauka, 1974. – P. 117.
7. Sokolov, A.N. Registratsiya i baza dannykh sil'nykh dvizheniy na kazakhstanskikh stantsiyakh yadernogo monitoringa. / A.N. Sokolov, N.N. Mikhaylova // Vestnik NYaTs RK. – 2014. – No. 1. – P. 125–131.
8. Sokolov, A.N. Ispol'zovanie dannykh po sil'nym dvizheniyam dlya prognoza vozdeystviy na ploshchadki stroitel'stva otvetstvennykh ob'ektov Kazakhstana. / A.N. Sokolov, R.B. Uzbekov // Yadernyy potentsial Kazakhstana: Sbornik dokladov / assotsiatsiya «Yadernoe obshchestvo Kazakhstana» – Almaty. 2012. – P. 92–97.
9. Sokolov, A.N. Registratsiya i baza dannykh sil'nykh dvizheniy po Kazakhstanskim stantsiyam yadernogo monitoringa dlya otsenki vozdeystviy na otvetstvennyye promyshlennyye ob'ekty / A.N. Sokolov, N.N. Mikhaylova // Vestnik NYaTs RK. – 2013. – No.3. – P. 125–131.
10. Mikhailova, N.N. Monitoring system of the Institute of Geophysical Research of the Ministry of Energy of the Republic of Kazakhstan / N.N. Mikhailova, I.N. Sokolova // Summary of the Bulletin of the International Seismological Centre 2016 January-June. Vol. 53. Issue 1, 2019, p. 27–38.
11. Kashima T. 2002. ViewWave Help, IISEE, BRI.
12. Musrepov, A.V. Ochag i posledstviya sil'neyshego Gindukushskogo zemletryaseniya 26 oktyabrya 2015 g. ($M_w=7.5$) / A.V. Musrepov, A.N. Sokolov // Vestnik NYaTs RK. – 2016. – No. 4. – P. 62–69.
13. Musrepov, A.V. Seysmicheskie efekty ot glubokofokusnykh zemletryasenyi v dal'ney zone / A.V. Musrepov, A.N. Sokolov // Materialy dokladov X Mezhdunarodnoy konferentsii molodykh uchenykh, 18–20 aprelya 2018 g., g. Bishkek. – P. 104–111.
14. Mikhaylova, N.N. Seysmicheskaya opasnost' v kolichestvennykh kharakteristikakh kolebaniy grunta. Dissertatsiya na soiskanie uchenoy stepeni doktora fiz.-mat. nauk. Moscow, 1996 g. – 250 p.

**ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАН АУМАҒЫНДАҒЫ ҚАТТЫ ҚОЗҒАЛЫСТАР АСПАПТАРЫНЫҢ
ЖАЗБАЛАРЫ БОЙЫНША ТОПЫРАҚТЫҢ СЕЙСМИКАЛЫҚ ТЕРБЕЛІСТЕРІНІҢ
САНДЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫ**

Н.Н. Михайлова, А.Н. Соколов, И.Н.Соколова

ҚР ҰЯО РМК «Геофизикалық зерттеулер институты» филиалы, Курчатов, Қазақстан

Мақалада Шығыс Қазақстан ауданынан цифрлық жазбалар мен аналогтық және цифрлық станцияларды өңдеу нәтижелері бар күшті қозғалыстардың деректер базасы сипатталған. Деректер базасына күшті қозғалыстар желісінің сандық деректері бойынша, сондай-ақ 7–4883 км эпиорталық қашықтықтағы аналогты станциялар бойынша 150-ден астам жазбалар енді. 1990 жылы Зайсан жерсілкінулерінің кейінгі дүмпуі үшін Буран станциясы осы кезеңде барынша үдеуді алды.

Түйінді сөздер: күшті қозғалыстар, Шығыс Қазақстан, қарқындылық, сейсмикалық әсерлер; сейсмикалық қауіп.

**QUANTITATIVE CHARACTERISTICS OF SEISMIC GROUND OSCILLATIONS
BY STRONG MOTION RECORDS ON THE EAST KAZAKHSTAN TERRITORY**

N.N. Mikhailova, A.N. Sokolov, I.N. Sokolova

Branch “Institute of Geophysical Research” RSE NNC RK, Kurchatov, Kazakhstan

The paper describes the strong motions database that contains digital records and processing results of analogue and digital stations from the east Kazakhstan region. The database includes more than 150 records by digital data of the strong motion network, and by analogue stations at epicentral distance 7–4883 km. The peak acceleration for this period was recorded by Buran station for the aftershocks of Zaysan earthquake in 1990.

Keywords: strong motion, East Kazakhstan, intensity, seismic impacts; seismic hazard.