

УДК 550.348

Землетрясение 10 ноября 2024 г. и инженерно-сейсмометрическое обследование корпусов школы № 64 г. Иркутска

© 2025 г. Е.А. Кобелева¹, Я.Б. Радзиминович^{1,2}, В.В. Чечельницкий¹,
А.Д. Аникина³, Э.В. Кириченко³

¹БФ ФИЦ ЕГС РАН, г. Иркутск, Россия; ²ИТПЗ РАН, г. Москва, Россия;

³МБОУ г. Иркутска СОШ № 64, г. Иркутск, Россия

Поступила в редакцию 25.08.2025 г.

Аннотация. Приведены результаты анализа макросейсмических и инструментальных данных об умеренном землетрясении ($K_p=12.7$, $m_b=4.7$), зарегистрированном 10 ноября 2024 г. в 12^h11^m в горах Восточного Саяна. Макросейсмические данные были собраны с применением онлайн-анкетирования населения. Всего было получено 353 отклика респондентов, из них 206 — из г. Иркутска. Инструментальные данные были получены станциями региональной сети, а также временной инженерно-сейсмометрической станцией в одном из корпусов средней общеобразовательной школы № 64 г. Иркутска, где на момент землетрясения проводилась оценка технического состояния зданий. Старый корпус школы был введен в эксплуатацию в 1955 г., новый — в 2020 году. Обследование проводилось посредством регистрации микросейсмического шума с использованием аппаратно-программного комплекса «Байкал» с сейсмометрами А1638. В итоге установлено, что новый корпус школы № 64 находится в технически исправном состоянии. Старый корпус 1955 г. постройки требует тщательного дополнительного обследования с целью оценки динамических параметров здания.

Ключевые слова: землетрясение, инженерно-сейсмометрическое обследование зданий, макросейсмические данные.

Для цитирования: Кобелева Е.А., Радзиминович Я.Б., Чечельницкий В.В., Аникина А.Д., Кириченко Э.В. Землетрясение 10 ноября 2024 г. и инженерно-сейсмометрическое обследование корпусов школы № 64 г. Иркутска // Российский сейсмологический журнал. — 2025. — Т. 7, № 4. — С. 70–82. — DOI: <https://doi.org/10.35540/2686-7907.2025.4.08>. — EDN: YBPLTO

Введение

Сейсмическая уязвимость является одной из приоритетных проблем любого крупного города, расположенного вблизи зон возникновения очагов землетрясений (зон ВОЗ). В этой связи на первый план выходит оценка сейсмостойкости и уязвимости зданий, сооружений и инфраструктуры, расположенных в пределах урбанизированной территории и рассматриваемых в качестве объектов риска [Berzhinskaya et al., 2022]. Для решения данной задачи необходима, во-первых, детальная макросейсмическая информация, во-вторых, инженерная паспортизация зданий, включающая определение их динамических характеристик [Бержинская, Бержинский, 2009; Бержинский и др., 2019]. Осо-

бое значение паспортизация, равно как и общая оценка уязвимости, имеет для объектов социального назначения, в том числе учебных заведений [Бержинская, Бержинский, 2013].

Указанные проблемы в полной мере актуальны для г. Иркутска, расположенного на сравнительно небольшом удалении (60–70 км) от зон ВОЗ юго-западного фланга Байкальской рифтовой зоны [Ulotov, 2014; СП 14.13330.2018 ..., 2018]. Сейсмический потенциал этих зон ВОЗ оценивается как $M_{\max}=7.5–8.0$, что предполагает возможность сейсмического воздействия на территорию Иркутска интенсивностью VIII баллов [СП 14.13330.2018 ..., 2018].

Землетрясение, произошедшее 10 ноября 2024 г. в 12^h11^m в Восточном Саяне, по энергетическому уровню можно считать вполне рядовым

сейсмическим событием для территории Прибайкалья. Тем не менее, оно ощущалось в крупных городах юга Иркутской области и позволило получить новые макросейсмические и инструментальные данные, полезные для оценки сейсмической уязвимости городской среды, прежде всего в Иркутске. Кроме того, землетрясение произошло во время выполнения инженерно-сейсмометрического обследования средней образовательной школы (СОШ) № 64 г. Иркутска (состоящей из старого и нового корпусов) и было зарегистрировано установленной в новом корпусе временной сейсмической станцией. Таким образом, землетрясение 10 ноября 2024 г. дало возможность инструментально зарегистрировать сейсмическое воздействие от реального землетрясения на социально значимый объект. В настоящей статье приводятся результаты анализа полученных макросейсмических и инструментальных данных.

1. Исходные данные и методы исследования

Сбор макросейсмических данных о землетрясении 10 ноября 2024 г. осуществлялся посредством онлайн-анкет, размещённых на интернет-сайте и в телеграм-канале Байкальского филиала ФИЦ ЕГС РАН. Онлайн-анкетирование населения практикуется в Прибайкалье с 2008 г. [Радзиминович и др., 2014] и, как правило, демонстрирует весьма высокую эффективность в аспекте количества и качества данных. В свою очередь, детальные макросейсмические данные позволяют получить надёжные оценки интенсивности сотрясений и затем сопоставить их со значениями интенсивности по инструментальным данным.

Инструментальные данные о землетрясении 10 ноября 2024 г. были получены сейсмическими станциями региональной сети. Ближайшая к эпицентру станция «Орлик» ($\Delta=14$ км) оснащена велосиметром СМ-3КВ, акселерометром ОСП-2М и широкополосным сейсмометром Güralp 3ESPCD [Кобелева и др., 2025]. Сейсмическая станция «Иркутск» оборудована велосиметром СМ-3 и акселерометром Güralp CMG-5T [Кобелева и др., 2025]. Кроме того, землетрясение было зарегистрировано инженерно-сейсмометрическими станциями, установленными на плотине Иркутской ГЭС и в учебных корпусах СОШ № 64.

В СОШ № 64 г. Иркутска сейсмическая станция была установлена прежде всего с целью оценки технического состояния зданий. Корпуса школы (рис. 1) расположены в 1-м посёлке ГЭС

Свердловского округа Иркутска. 1-й посёлок ГЭС возводился в качестве постоянного жилого района одновременно со строительством Иркутской ГЭС, в связи с чем возникла необходимость в создании средней школы на 400 мест [Моисеев, 1959]. Старый корпус, в котором в настоящее время размещены начальные классы, был введён в эксплуатацию в 1955 г. и, таким образом, его возраст на данный момент составляет 70 лет. Со временем в школе возник дефицит мест, вследствие чего в 2018 г. было начато строительство нового корпуса, который был сдан в эксплуатацию в 2020 году.

Наблюдения осуществлялись с использованием аппаратно-программного комплекса «Байкал» с сейсмометрами А1638. Регистратор серии «Байкал-ACN» представляет собой трёхканальную автономную сейсмическую станцию расширенного частотного диапазона, оснащённую внутренним или внешним модулем GPS, каналом USB 2.0 для связи с компьютером и внутренней памятью. Перед началом измерений аппаратура была откалибрована в соответствии с регламентом калибровки в БФ ФИЦ ЕГС РАН. Инженерно-сейсмометрическое обследование было выполнено посредством регистрации микро-сейсмического шума.

Измерения производились в два этапа. На первом этапе, длившемся с 7 по 20 ноября 2024 г., комплект аппаратуры «Байкал» был установлен в новом корпусе школы на первом этаже (рис. 2). Сейсмометр был ориентирован вдоль продольной оси нового корпуса школы (ориентация северо-восток–юго-запад); соответственно, компонента NS может быть обозначена как X , компонента EW – как Y . Дополнительно в период 7–8 ноября 2024 г. микросейсмсы регистрировались с помощью второго комплекта аппаратуры, установленного на третьем этаже. На втором этапе (20–28 ноября 2024 г.) комплект аппаратуры был установлен на первом этаже старого корпуса школы; кроме того, 28 ноября аппаратура была установлена на третьем этаже, что позволило получить запись микросейсмических шумов продолжительностью один час.

Во время наблюдений регистрировались фоновые вибрации вдоль трёх взаимно перпендикулярных компонент вектора ускорения на первом и третьем этажах нового и старого корпусов: поперечной – aX (колебания вдоль короткой оси здания), продольной – aY (вдоль длинной оси здания) и вертикальной – aZ . Источником микроколебаний послужил шум, создаваемый перемещениями учащихся по зданиям школы во время перемен.



Рис. 1. Общий вид корпусов школы № 64: старый корпус в 1955–1960 гг. (а) (фото заимствовано с интернет-сайта <https://pastvu.com/p/992451>) и в 2024 г. (б); новый корпус в 2024 г. (в); точки размещения инженерно-сейсмометрических станций (красные треугольники в кружках, изображение заимствовано из картографического сервиса «Яндекс Карты») (г)



Рис. 2. Сейсмическая аппаратура, временно установленная в зданиях СОШ № 64 Иркутска: а – регистратор серии «Байкал-АСН» на 1 этаже нового корпуса; б – регистратор серии «Байкал-АСН» на 3 этаже нового корпуса; в – регистратор серии «Байкал-АСН» на 1 этаже старого корпуса; г – то же, на 3 этаже старого корпуса школы

2. Результаты исследований и их обсуждение

2.1. Землетрясение 10 ноября 2024 г.: макросейсмические данные

Землетрясение 10 ноября 2024 г. произошло в горах Восточного Саяна в верхнем течении реки Оки (приток Ангары). Это сравнительно малонаселённая территория, в пределах которой сбор макросейсмических данных весьма затруднён. Тем не менее, применение современных телекоммуникационных технологий позволило получить 353 отклика респондентов из 33 населённых пунктов, в т.ч. из пяти пунктов ближней зоны (табл. 1).

Максимальная интенсивность сотрясений, составившая V–VI баллов по шкале MSK-64 [Медведев и др., 1965], наблюдалась в улусе Хара-Хужир на эпицентральной расстоянии $\Delta=3$ км. Здесь землетрясение, характеризующее очевидцами как «волнообразные колебания», вызвало общее сотрясение зданий, а также

повреждения кирпичных печей, люди испытывали испуг.

Сильные макросейсмические эффекты были отмечены в селе Орлик ($\Delta=14$ км). Интенсивность сотрясений оценивается здесь в V баллов на основании 33 откликов респондентов, что позволяет считать эту оценку вполне надёжной. Подавляющее большинство очевидцев землетрясения испытывали испуг, некоторые в панике покидали помещения и выбегали на улицу. Большая часть респондентов характеризует землетрясение как «сильный короткий удар» и отмечает сотрясения зданий в целом. В единичных случаях наблюдалось повреждение штукатурки в виде тонких трещин. Во время землетрясения в помещениях дребезжала посуда и оконные стёкла, дрожала и скрипела мебель, раскачивались висючие предметы, лёгкие незакреплённые предметы смещались со своих мест и падали.

С интенсивностью IV балла землетрясение ощущалось в с. Саяны, у. Балакта и у. Сорок

Таблица 1. Интенсивность сотрясений при землетрясении 10 ноября 2024 г.

№	Пункт наблюдения	Координаты		Δ , км	Количество сообщений	I, баллы MSK-64
		φ , °N	λ , °E			
1	у. Хара-Хужир	52.598	99.726	3	1	V–VI
2	с. Орлик	52.511	99.828	14	33	V
3	с. Саяны	52.690	99.675	8	2	IV
4	у. Балакта	52.500	99.700	13	3	IV
5	у. Сорок	52.323	100.173	45	2	IV
6	г. Зима	53.928	102.044	212	5	III–IV
7	с. Введенщина	52.206	103.947	290	2	III–IV
8	рп Тыреть 1-я	53.670	102.311	209	1	III
9	рп Залари	53.563	102.509	214	1	III
10	г. Тулун	54.600	100.533	226	2	III
11	г. Черемхово	53.156	103.068	233	9	III
12	г. Саянск	54.111	102.180	233	3	III
13	пос. Усолье-7	52.897	103.285	242	1	III
14	рп Михайловка	52.961	103.284	243	3	III
15	рп Белореченский	52.813	103.528	258	3	III
16	г. Усолье-Сибирское	52.752	103.645	265	9	III
17	рп Тельма	52.698	103.710	269	1	III
18	г. Ангарск	52.537	103.886	282	32	III
19	пос. Чистые Ключи	52.179	103.946	291	1	III
20	пос. Мегет	52.420	104.053	294	3	III
21	с. Максимовщина	52.273	104.108	300	1	III
22	г. Шелехов	52.214	104.100	301	11	III
23	с. Мамоны	52.309	104.179	304	1	III
24	СНТ Дианис	52.390	104.236	307	1	III
25	рп Маркова	52.216	104.210	308	9	III
26	г. Иркутск	52.267	104.333	315	206	III
27	с. Хомутово	52.466	104.403	317	1	III
28	пос. Дзержинск	52.278	104.392	319	1	III
29	пос. Молодёжный	52.235	104.416	321	1	III
30	д. Худякова	52.273	104.581	332	1	III
31	с. Выдрино	51.465	104.643	360	1	II–III
32	г. Слюдянка	51.659	103.706	292	1	II
33	пос. Монды	51.677	100.994	136	1	I

на эпицентральных расстояниях от 8 до 45 км. Очевидцы землетрясения испугались, но оставались на своих местах. В помещениях наблюдалось дребезжание посуды, колебание висячих предметов, дрожание мебели.

Наряду с ближней зоной, землетрясение ощущалось с интенсивностью III балла во многих населённых пунктах, расположенных в долине р. Ангары, в том числе в крупных городах

Иркутской области (Иркутск, Ангарск, Шелехов, Усолье-Сибирское) (рис. 3). Высокая плотность населения, а также наличие многоэтажной застройки в пунктах городского типа, очевидно, способствовали тому, что землетрясение было замечено довольно многими людьми, несмотря на значительное удаление от эпицентра ($\Delta=209\text{--}332$ км).

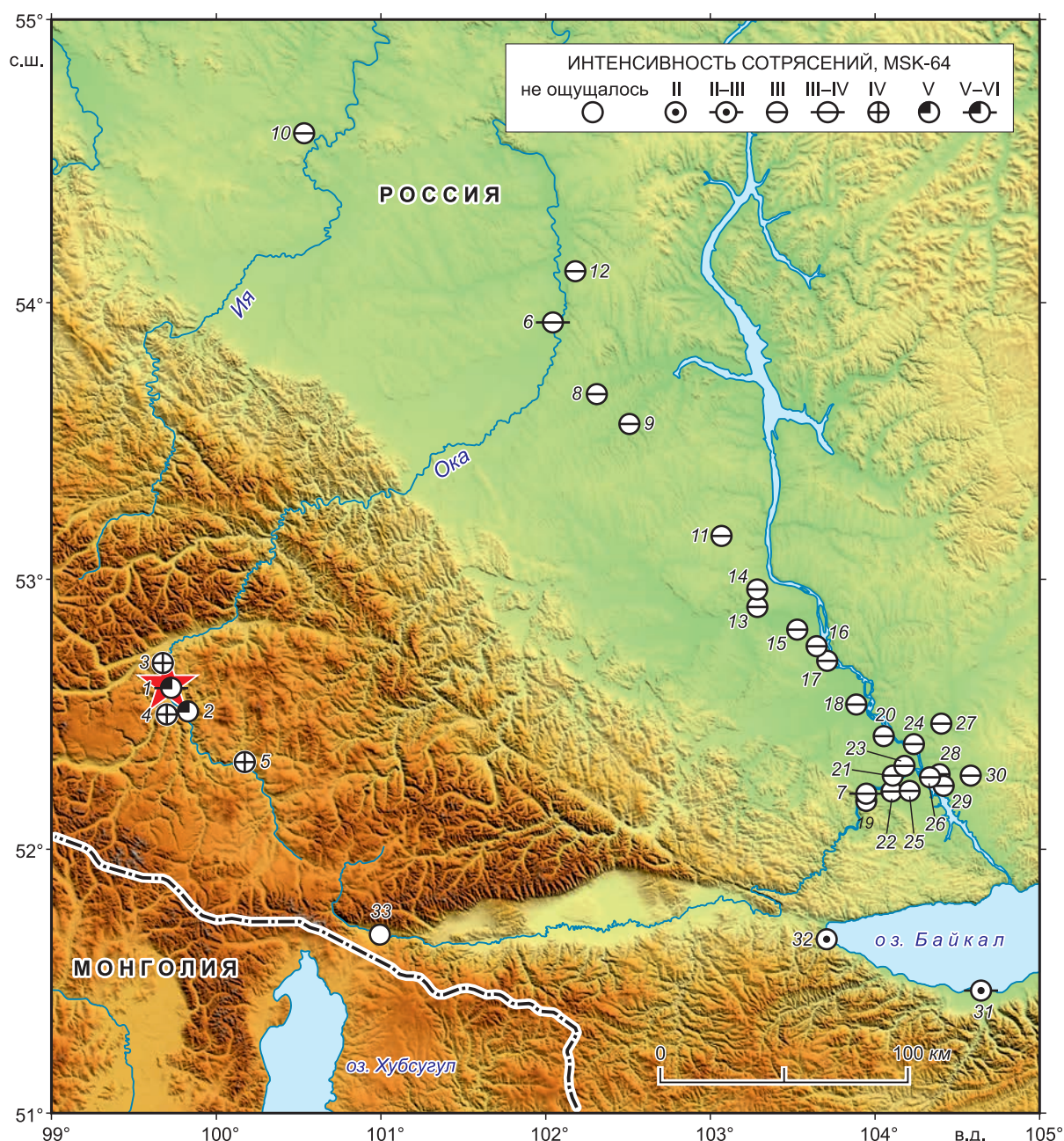


Рис. 3. Схема макросейсмических проявлений землетрясения 10 ноября 2024 г. ($m_b=4.7$).

Номера пунктов соответствуют табл. 2

Наибольшее количество откликов респондентов (206) ожидаемо было получено из Иркутска. Землетрясение было замечено практически на всей территории города, при этом наибольшее количество откликов поступило из Октябрьского (67) и Свердловского (61) округов (рис. 4). Ощутимые эффекты землетрясения наблюдались в зданиях различного типа вне зависимости от этажа. Абсолютное большинство очевидцев отнесли к землетрясению спокойно, испуг испытали лишь ~10% респондентов. Среди типичных макросейс-

мических эффектов, наблюдавшихся в помещениях, наиболее часто в сообщениях очевидцев упоминаются «раскачивание висячих предметов» (~44%) и «дрожание мебели» (~25%). Около 20% респондентов указывают на «общее сотрясение здания». Такие макросейсмические признаки, как «дребезжание посуды» или «колебание жидкости в посуде», упоминаются в единичных случаях. Треть очевидцев (33%) характеризует землетрясение как «дрожание», в 15% сообщений указывается на «волнообразные колебания».

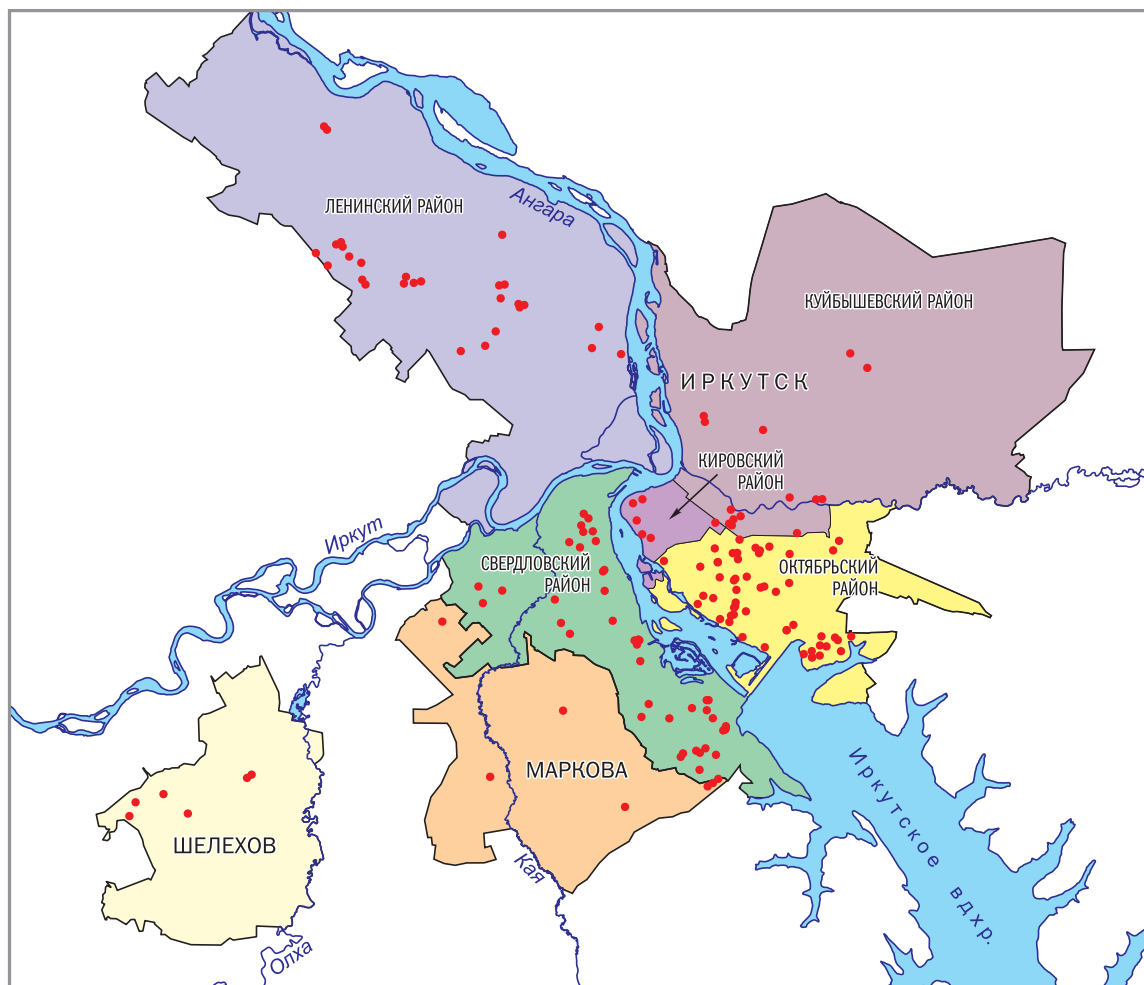


Рис. 4. Точки наблюдения макросейсмических эффектов землетрясения 10 ноября 2024 г. на территории г. Иркутска, г. Шелехова и рп Маркова

В целом заметных различий в проявлениях землетрясения на территории города не выявлено. В каждом из административных округов Иркутска интенсивность сотрясений оценивается в III балла по шкале MSK-64. Данную оценку интенсивности можно рассматривать как вполне адекватную и для района расположения школы № 64.

2.2. Инструментальные данные

Землетрясение 10 ноября 2024 г. было инструментально зарегистрировано сейсмическими станциями региональной сети, в том числе ближайшей к эпицентру станцией «Орлик» ($\Delta=14$ км), а также станцией «Иркутск» и инженерно-сейсмометрическими станциями, установленными на плотине Иркутской ГЭС и в школе № 64 (рис. 5).

В результате мы располагаем возможностью сравнить макросейсмические и инструментальные оценки интенсивности сотрясений. Хоро-

шее соответствие наблюдается для с. Орлик, где по макросейсмическим данным наблюденная интенсивность сотрясений составила $I_{\text{макр}}=V$ баллов (MSK-64), в то время как инструментальная интенсивность оценивается как $I_{\text{инстр}}=5.6$ баллов. Заметно хуже соотносятся между собой оценки интенсивности в Иркутске, выполненные разными способами. Макросейсмические данные, в целом весьма представительные, позволяют оценить наблюденную интенсивность сотрясений на территории города в III балла (MSK-64). Интенсивность по инструментальным данным оценивается в ~1 балл на станции «Иркутск» и на плотине ГЭС, в здании школы № 64 (новый корпус, первый этаж) она составила 1.9 балла (по записи на компоненте Y). Подобные расхождения для Иркутска, неоднократно отмечавшиеся и ранее, объясняются, по-видимому, различиями грунтовых условий в разных районах города, а также более выраженной реакцией на землетрясение многоэтажных жилых домов.

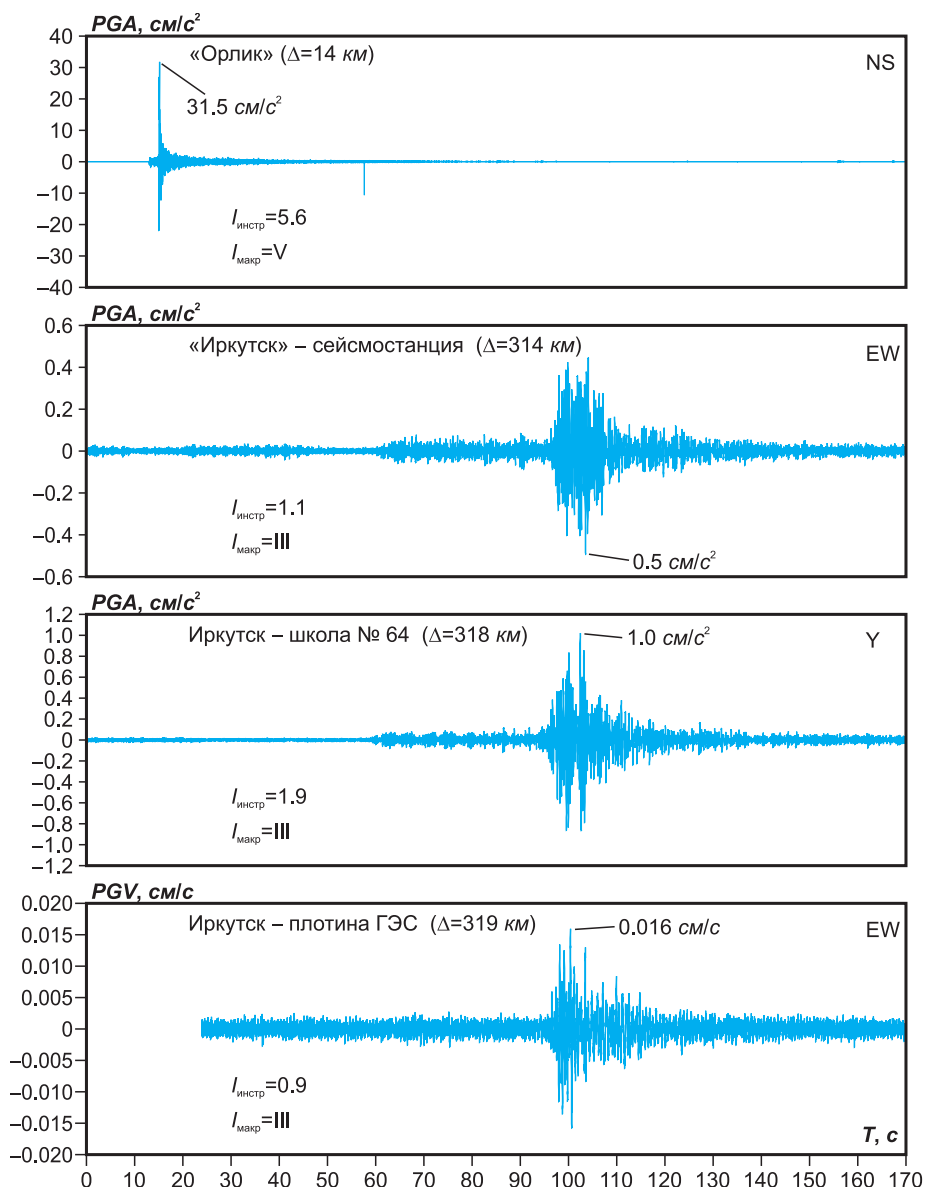


Рис. 5. Инструментальные записи землетрясения 10 ноября 2024 г., полученные на сейсмических станциях «Орлик» (а) и «Иркутск» (б), а также на инженерно-сейсмометрических станциях, установленных в школе № 64 (новый корпус, первый этаж) (в) и на плотине Иркутской ГЭС (г).

PGA – пиковое ускорение движения грунта, PGV – пиковая скорость движения грунта

Что касается записей, полученных временными сейсмическими станциями в здании СОШ № 64, то они отображают прежде всего шум, производимый учащимися (главным образом во время перемен), а также микроколебания, обусловленные активностью города. На рис. 6 показан пример суточной записи в новом корпусе школы № 64 (1 этаж). Из рисунка по амплитудам колебаний отчётливо видно чередование уроков и перемен.

Во всех случаях максимальные ускорения были записаны на компоненте Z (табл. 2). Полу-

ченные значения PGA можно преобразовать в инструментальную интенсивность, используя уравнение, предложенное в шкале ШСИ-17 [ГОСТ Р 57546-2017, 2017]:

$$I_{\text{инстр}} = 2.50 \cdot \lg(PGA) + 1.89, \quad (1)$$

где $I_{\text{инстр}}$ – инструментальная интенсивность, PGA – пиковое ускорение грунта. Наибольшее значение PGA и, соответственно, наибольшая инструментальная интенсивность ($I_{\text{инстр}} = 3.6$ балла) были зарегистрированы на третьем этаже старого корпуса школы № 64.

Интересно отметить, что на третьем этаже старого корпуса ускорение почти в три раза (2.9) превысило этот же параметр, полученный в новом корпусе (также третий этаж). По-видимому, это может отражать различия между старым и новым зданиями школы, обусловленные конструктивными особенностями, а также степенью физического износа.

В связи с тем, что паспортизация зданий и сооружений в Иркутске выполнялась только для относительно небольшого числа объектов, представляет интерес определение периода собственных колебаний здания школы № 64.

С использованием методики [Шахрамьян и др., 2003] была рассчитана эталонная величина «нормативного значения периодов собственных колебаний»:

$$T=\alpha \cdot n,$$

(2)

где α — коэффициент, зависящий от конструкций здания (табл. 3), n — число этажей в здании. Для здания нового корпуса школы № 64 при коэффициенте $\alpha=0.065$ и трёхэтажной высотности получен эталонный период собственных колебаний, равный $T=0.195$ с.



Рис. 6. Суточная запись, полученная на 1 этаже нового корпуса СОШ № 64 г. Иркутска

Таблица 2. Значения PGA , записанные в здании школы № 64

Размещение станции	Ускорение PGA , $см/с^2$			$I_{инстр}$
	NS	EW	Z	
Старший блок (новый корпус)				
1 этаж (08.11.2024 г.)	0.57	0.79	1.32	2.2
3 этаж (08.11.2024 г.)	0.60	0.55	1.73	2.5
Младший блок (старый корпус)				
1 этаж (25.11.2024 г.)	2.06	1.74	2.16	2.7
3 этаж (27.11.2024 г.)	3.07	3.47	4.99	3.6

Примечание: жирным шрифтом выделены максимальные значения.

Таблица 3. Значения коэффициента α для разных типов зданий [Шахрамьян и др., 2003]

Тип здания	Коэффициент α
Жилые крупнопанельные здания	0.045
Жилые здания с несущими кирпичными, каменными и крупноблочными стенами	0.056
Школьные и другие здания с большими проёмами в стенах	0.065
Каркас из монолитного железобетона с кирпичным или легкобетонным заполнением стен	0.064

Кроме того, исходя из параметров записанных микросейсм, мы рассчитали актуальный на текущий момент период колебаний здания, составивший 0.23 с. Таким образом, новый корпус СОШ № 64 находится в технически исправном состоянии. Тем не менее, согласно нормативным документам, инженерно-сейсмометрическое обследование рекомендуется повторить через два года. Что касается старого корпуса школы (1955 г. постройки), то для надёжных выводов о его техническом состоянии необходимо выполнить измерения динамических параметров и провести тщательное обследование здания.

Заключение

Землетрясение 10 ноября 2024 г. позволило получить новые макросейсмические и инструментальные данные, которые могут быть полезны при проведении работ по оценке сейсмической уязвимости и сейсмического риска. Это особенно актуально для эпицентральной зоны, расположенной в пределах относительно малонаселённой горной области, для которой до сих пор ощущается недостаток сейсмологических данных. Несмотря на умеренный энергетический уровень, землетрясение 10 ноября 2024 г. ощущалось с интенсивностью до III–IV баллов (MSK-64) на расстояниях до 300 км и вызвало заметный общественный резонанс. Количество поступивших откликов респондентов (353) подтверждает эффективность онлайн-анкетирования населения.

Немаловажное значение имеют также инструментальные данные временных инженерно-сейсмометрических станций, размещённых в зданиях СОШ № 64 г. Иркутска. Во-первых, число записей реальных землетрясений, полученных на объектах городской застройки Иркутска, крайне невелико, в связи с чем акселерограмму землетрясения 10 ноября 2024 г. можно рассматривать как значимое дополнение к уже имеющимся материалам. Во-вторых, анализ данных о микросейсмических шумах позволил оценить техническое состояние корпусов школы № 64 Иркутска. Выполненные работы можно рассматривать как один из первых шагов на пути к реализации постоянного инженерно-сейсмометрического мониторинга зданий и сооружений, особенно объектов социального назначения. Именно к такому типу зданий относятся как старый, так и новый корпуса СОШ № 64. Следует также отметить, что старый корпус школы требует более детальных наблюдений в силу его возраста (70 лет). Также представляется целе-

сообразным тщательное обследование корпусов школы после умеренных и сильных землетрясений, наблюдаемая интенсивность которых в Иркутске оценивается не менее чем в IV балла.

В перспективе необходимо расширение инженерно-сейсмологических обследований зданий Иркутска, при этом внимание должно быть уделено не только историческим объектам и зданиям, представляющим типовую застройку, но и новым современным сооружениям, возведённым по индивидуальным проектам. Это позволит контролировать состояние социальной инфраструктуры и жилищного фонда города и принимать обоснованные решения в случае возникновения чрезвычайных ситуаций природного характера.

Работа выполнена с использованием данных, полученных на уникальной научной установке «Сейсмоинфразвуковой комплекс мониторинга арктической криолитозоны и комплекс непрерывного сейсмического мониторинга Российской Федерации, сопредельных территорий и мира» (<https://ckp-rf.ru/usu/507436/>, <http://www.gsras.ru/unu/>).

Литература

- Бержинская Л.П., Бержинский Ю.А. Методы паспортизации зданий в сейсмических районах // Вопросы инженерной сейсмологии. — 2009. — Т. 36, № 2. — С. 57–69. — EDN: KWDPVN
- Бержинская Л.П., Бержинский Ю.А. Уязвимость школьного фонда г. Ангарска в рамках региональной программы по сейсмобезопасности Иркутской области // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. — 2013. — № 4. — С. 32–35. — EDN: RARPSH
- Бержинский Ю.А., Бержинская Л.П., Иванькина Л.И., Саландаева О.И. Инженерно-сейсмический паспорт здания — базовый документ о техническом состоянии и безопасности жилищного фонда // Природные и техногенные риски. Безопасность сооружений. — 2019. — № 6. — С. 29–34. — EDN: OEBOAG
- ГОСТ Р 57546-2017. Землетрясения. Шкала сейсмической интенсивности. — Введ. 2017-07-19. — М.: Стандартинформ, 2017. — 28 с. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200146265>
- Кобелева Е.А., Гилёва Н.А., Грачева О.А., Радзиминович Я.Б., Тубанов Ц.А. Прибайкалье и Забайкалье // Землетрясения России в 2023 году. — Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2025. — С. 55–62. — EDN: LVKSKI
- Медведев С.В., Шпонхойер В., Карник В. Шкала сейсмической интенсивности MSK-64. — М.: МГК АН СССР, 1965. — 11 с.

Моисеев С.Н. Строительство Иркутской ГЭС на Ангаре. — М.—Л.: Государственное энергетическое издательство, 1959. — 190 с.

СП 14.13330.2018. *Строительство в сейсмических районах (Актуализированная редакция СНиП II-7-81*)*. — Введ. 2018-11-25. — М.: Стандартинформ, 2018. — 117 с. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/550565571>

Шахраманьян М.А., Нигметов Г.М., Гайфуллин З.Г., Бабусенко М.С. Методика оценки и сертификации инженерной безопасности зданий и сооружений. — М.: МЧС России, 2003. — 11 с.

Berzhinskaya L.P., Radziminovich Y.B., Salandayeva O.I., Novopashina A.V., Lukhneva O.F., Ivanova N.V. Comprehensive assessment of seismic hazard and vulnera-

bility of construction objects as a prospect for further urban planning of territories // *Seismic Instruments*. — 2022. — V. 58, N 3. — P. 350–361. — DOI: 10.3103/S0747923922030045. — EDN: EXKCUG

Radziminovich Y.B., Khritova M.A., Gileva N.A. Modern methods for acquisition of macroseismic data and their possible uses for Eastern Siberia // *Journal of Volcanology and Seismology*. — 2014. — V. 8, N 6. — P. 375–389. — DOI: 10.1134/S0742046314060062. — EDN: TGLMCJ

Ulomov V.I. General seismic zoning of the territory of Russian Federation: GSZ-2012 // *Seismic Instruments*. — 2014. — V. 50, N 4. — P. 290–304. — DOI: 10.3103/S0747923914040070

Сведения об авторах

Кобелева Елена Анатольевна, канд. физ.-мат. наук, директор Байкальского филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Единая геофизическая служба Российской академии наук» (БФ ФИЦ ЕГС РАН), г. Иркутск, Россия. E-mail: ekobeleva@crust.irk.ru

Радзиминович Ян Борисович, канд. геол.-мин. наук, ст. науч. сотр., нач. сектора БФ ФИЦ ЕГС РАН, г. Иркутск, Россия; ст. науч. сотр. Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теории прогноза землетрясений и математической геофизики Российской академии наук (ИТПЗ РАН), г. Москва, Россия. E-mail: yan.radziminovich@gmail.com

Чечельницкий Владимир Васильевич, канд. геол.-мин. наук, заместитель директора БФ ФИЦ ЕГС РАН, г. Иркутск, Россия. E-mail: chechel@crust.irk.ru

Аникина Алина Дмитриевна, ученица Муниципального бюджетного общеобразовательного учреждения города Иркутска средней общеобразовательной школы с углублённым изучением отдельных предметов № 64 (МБОУ г. Иркутска СОШ № 64), г. Иркутск, Россия.

Кириченко Эвелина Васильевна, ученица МБОУ г. Иркутска СОШ № 64, г. Иркутск, Россия.

The November 10, 2024 earthquake and engineering and seismometric survey of the buildings of secondary comprehensive school No. 64 in Irkutsk

© 2025 E.A. Kobeleva¹, Ya.B. Radziminovich^{1,2}, V.V. Chechelnitsky¹,
A.D. Anikina³, E.V. Kirichenko³

¹BB GS RAS, Irkutsk, Russia; ²IEPT RAS, Moscow, Russia;

³MBEI Irkutsk secondary school No. 64, Irkutsk, Russia

Received August 25, 2025

Abstract The article presents the results of the analysis of macroseismic and instrumental data on a moderate earthquake ($K_R=12.7$, $m_b=4.7$) recorded on November 10, 2024 at 12^h11^m in the Eastern Sayan Mountains. Macroseismic data for this seismic event were collected using an online questionnaire. A total of 353 responses were received from respondents, 206 of which were from Irkutsk. Instrumental data were obtained by stations of the regional network, as well as by a temporary engineering seismometric station in one of the buildings of Secondary School No. 64 in Irkutsk, where an assessment of the technical condition of the building was being carried out at the time of the earthquake. The old school building was put into operation in 1955, the new one – in 2020. The survey was carried out by recording microseisms using “Baikal” equipment with A1638 seismometers. As a result, it was established that the new building of School No. 64 is in good technical condition. The old building, built in 1955, requires a thorough additional survey in order to assess its dynamic parameters.

Keywords Earthquake, engineering and seismometric survey of buildings, macroseismic data.

For citation Kobeleva, E.A., Radziminovich, Ya.B., Chechelnitsky, V.V., Anikina, A.D., & Kirichenko, E.V. (2025). [The November 10, 2024 earthquake and engineering and seismometric survey of the buildings of secondary comprehensive school No. 64 in Irkutsk]. *Rossiiskii seismologicheskii zhurnal* [Russian Journal of Seismology], 7(4), 70-82. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.35540/2686-7907.2025.4.08>. EDN: YBPLTO

References

- Berzhinskaya, L.P., & Berzhinsky, Yu.A. (2009). [Methods of certification of buildings in seismic areas]. *Voprosy Inzhenernoy Seismologii* [Problems of Engineering Seismology], 36(2), 57-69. (In Russ.). EDN: KWDPVN
- Berzhinskaya, L.P., & Berzhinsky, Yu.A. (2013). [Vulnerability of the school fund of the city of Angarsk within the framework of the regional program on seismic safety of the Irkutsk region]. *Seismostoiikoe Stroitel'stvo. Bezopasnost' Sooruzhenii* [Earthquake engineering. Constructions safety], (4), 32-35. (In Russ.). EDN: RARPSH
- Berzhinskaya, L.P., Radziminovich, Y.B., Salandayeva, O.I., Novopashina, A.V., Lukhneva, O.F., & Ivanova, N.V. (2022). Comprehensive assessment of seismic hazard and vulnerability of construction objects as a prospect for further urban planning of territories. *Seismic Instruments*, 58(3), 350-361. DOI: 10.3103/S0747923922030045. EDN: EXKCUG
- Berzhinsky, Yu.A., Berzhinskaya, L.P., Ivankina, L.I., & Salandaeva, O.I. (2019). [Engineering and seismic certificate of the building – a basic document on the technical condition and safety of the housing stock]. *Prirodnyye i Tekhnogennyye riski. Bezopasnost' sooruzhenii* [Natural and man-made risks. Safety of structures], (6), 29-34. (In Russ.). EDN: OEBOAG
- GOST R 57546-2017. (2017). [State Standard 57546-2017. Earthquakes. Seismic intensity scale]. Moscow, Russia: Standartinform Publ., 28 p. (In Russ.).
- Kobeleva, E.A., Gileva, N.A., Gracheva, O.A., Radziminovich, Y.B., & Tubanov, Ts.A. (2025). [Baikal Region and Transbaikalia]. In *Zemletriaseniia Rossii v 2023 godu* [Earthquakes in Russia in 2023] (pp. 55-62). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.). EDN: LVKCKI
- Medvedev, S.V., Sponheuer, W., & Karnik, V. (1965). *Shkala seismicheskoi intensivnosti MSK-64* [Seismic Intensity Scale MSK-64]. Moscow, Russia: Interdepartmental Geophysical Commission of the USSR Acad. Sci. Publ., 11 p. (In Russ.).
- Moiseev, S.N. (1959). *Stroitel'stvo Irkutskoy GES na Angare* [Construction of the Irkutsk Hydroelectric Power Plant on the Angara River]. Moscow–Leninograd, USSR: State Energy Publishing House, 190 p. (In Russ.).

- Radziminovich, Y.B., Khritova, M.A., & Gileva, N.A. (2014). Modern methods for acquisition of macroseismic data and their possible uses for Eastern Siberia. *Journal of Volcanology and Seismology*, 8(6), 375-389. DOI: 10.1134/S0742046314060062. EDN: TGLMCJ
- Shakhramanyan, M.A., Nigmatov, G.M., Gaifulin, Z.G., & Babusenko, M.S. (2003). *Metodika otsenki i sertifikatsii inzhenernoi bezopasnosti zdaniy i sooruzhenii* [Methodology for Assessment and Certification of Engineering Safety of Buildings and Structures]. Moscow, Russia: Ministry of Emergency Situations of Russia Publ., 11 p. (In Russ.).
- SP 14.13330.2018. *Stroitelstvo v seismicheskikh raionakh (Aktualizirovannaya redaktsiya SNiP II-7-81*)* [Building in seismic regions (Updated SNiP II-7-81*)] (2018). Moscow, Russia: Standartinform Publ., 117 p. (In Russ.). Retrieved from <https://docs.cntd.ru/document/550565571>
- Ulomov, V.I. (2014). General seismic zoning of the territory of Russian Federation: GSZ-2012. *Seismic Instruments*, 50(4), 290-304. DOI: 10.3103/S0747923914040070

Information about authors

Kobeleva Elena Anatolievna, PhD, Director of the Baikal Branch of the Geophysical Survey of the Russian Academy of Sciences (BB GS RAS), Irkutsk, Russia. E-mail: ekobeleva@crust.irk.ru

Radziminovich Yan Borisovich, PhD, Senior Researcher, Head of Sector of the BB GS RAS, Irkutsk, Russia; Senior Researcher of the Institute of Earthquake Prediction Theory and Mathematical Geophysics, Russian Academy of Sciences (IEPT RAS), Moscow, Russia. E-mail: yan.radziminovich@gmail.com

Chechelnitsky Vladimir Vasilievich, PhD, Deputy Director of the BB GS RAS, Irkutsk, Russia. E-mail: chechel@crust.irk.ru

Anikina Alina Dmitrievna, Student of the Municipal budgetary educational institution of Irkutsk secondary general education school with advanced study of individual subjects No. 64 (MBEI Irkutsk secondary school No. 64), Irkutsk, Russia.

Kirichenko Evelina Vasilievna, Student of the MBEI Irkutsk secondary school No. 64, Irkutsk, Russia.