

УДК 550.348.436

Сейсмические события 5 мая 2026 г. с $m_b=4.4$ и $m_b=4.6$ на Северном Урале (г. Североуральск)

© 2026 г. Ф.Г. Верхоланцев¹, Н.Н. Носкова², Д.Ю. Шулаков³, С.В. Глотов⁴

¹ФИЦ ЕГС РАН, г. Пермь, Россия; ²ФИЦ ЕГС РАН, г. Обнинск, Россия;
³«ГИ УрО РАН», г. Пермь, Россия; ⁴АО «СУБР», г. Североуральск, Россия

Поступила в редакцию 30.06.2026 г.

Аннотация. 5 мая 2026 г. на Северном Урале в районе г. Североуральска с разницей в 25 мин произошли два сейсмических события. Они были зарегистрированы множеством сейсмостанций всего мира, записи которых обработаны в российских и зарубежных сейсмологических центрах. В данной работе определены инструментальные и макросейсмические параметры событий 5 мая 2026 г.: первое – время в очаге $t_0=21:37:24$, координаты 60.265°N , 60.048°E , локальная магнитуда $ML=3.6$, интенсивность $I_0=4.5\pm 0.6$; второе – $t_0=22:02:00$, 60.241°N , 60.049°E , $ML=3.8$, $I_0=5.4\pm 0.6$. Показано, что оба сейсмических события являются техногенными землетрясениями на шахте «Ново-Кальинская» Северо-Уральских бокситовых рудников (СУБР). Построен их фокальный механизм. Он определяется как взброс с компонентами левостороннего сдвига для первого землетрясения и сдвиговый тип движения для второго. Рассмотрен вопрос классификации данных событий с учётом бимодального характера распределения Гутенберга-Рихтера для техногенной сейсмичности в пределах СУБР. Для уточнения параметров очагов привлекались данные локального сейсмологического мониторинга Службы прогнозирования и предотвращения горных ударов АО «СУБР». Для обоих событий впервые для Уральского региона рассчитаны значения магнитуды M_w с использованием очаговых спектров.

Ключевые слова: техногенные землетрясения, сейсмологический мониторинг, техногенная сейсмичность, макросейсмика, механизм очага, Урал.

Для цитирования: Верхоланцев Ф.Г., Носкова Н.Н., Шулаков Д.Ю., Глотов С.В. Сейсмические события 5 мая 2026 г. с $m_b=4.4$ и $m_b=4.6$ на Северном Урале (г. Североуральск) // Российский сейсмологический журнал. – 2026. – Т. 8, № 3. – С. 97–111. – DOI: <https://doi.org/10.35540/2686-7907.2026.3.07>. – EDN: UZQMTS

Введение

5 мая 2026 г. на Северном Урале в районе г. Североуральска (Свердловская область) региональными и телесеизмическими станциями всего мира (до эпицентрального расстояния 70°) в 21:37 и 22:02 UTC было зарегистрировано два сейсмических события с магнитудами $m_b=4.4$ ($ML=3.6$) и $m_b=4.6$ ($ML=3.8$) соответственно, с интенсивностью $I_0=5.4\pm 0.6$ балла (ШСИ-2017) для более сильного события.

Территория г. Североуральска в сейсмическом отношении является одной из наиболее уязвимых на Урале, поскольку здесь расположено градообразующее предприятие Акционерное общество «Севуралбокситруда» (АО «СУБР»), деятельность которого является причиной крайне

высокого уровня наведённой сейсмичности. Станциями Уральской сейсмологической сети на Североуральских бокситовых рудниках (СУБР) регистрируются порядка 200 горных и горно-тектонических ударов в год [Верхоланцев и др., 2025]. Сейсмологический мониторинг на шахтах АО «СУБР» осуществляется с 1979 г. локальной сетью предприятия. Ежегодно она фиксирует более 3000 сейсмических событий, связанных с проявлением горного давления. За всё время наблюдений зарегистрировано около 90 000 сейсмических событий 2–9 энергетических классов [Пономарев и др., 1992]. Сочетание сложной тектонической обстановки с высоким уровнем техногенных нагрузок приводит к аномальному уровню сейсмичности – шахты СУБР являются самыми удароопасными

на территории России. При этом сейсмическая активность наблюдается не только в непосредственной близости от горных выработок, но и практически на всей территории месторождения, то есть активизируются имеющиеся здесь тектонические напряжения и происходят как горно-тектонические удары (ГТУ), так и наиболее крупномасштабные проявления наведённой сейсмичности — техногенные землетрясения (ТЗ). Таким образом, разностороннее изучение сильных сейсмических событий позволяет разобраться в происходящих в пределах месторождения крупномасштабных тектонических процессах и, как следствие, повысить безопасность ведения горных работ.

Целью данной работы является расчёт инструментальных и макросейсмических параметров сейсмических событий 5 мая, их фокальных механизмов, а также анализ результатов ранее полученных наблюдений для интерпретации природы зарегистрированных событий. Отдельного анализа потребовало значительное расхождение величин магнитуд ML и m_b , в связи с чем были дополнительно рассчитаны значения

моментной магнитуды Mw и проанализированы амплитудные спектры продольных волн.

Инструментальные параметры

Сейсмические события 5 мая 2026 г. были оперативно обработаны в российских и зарубежных сейсмологических центрах. Параметры гипоцентров обоих событий представлены в табл. 1. На рис. 1 показаны сейсмограммы сейсмических событий 5 мая, зарегистрированных станциями Уральской сейсмологической сети.

На рис. 2 показано расположение эпицентров событий 5 мая по данным разных сейсмологических центров. Обращает на себя внимание тот факт, что для более сильного события (05.05.2026 г., 22:02, $ML=3.8$) ошибка локации существенно выше, и все решения, за исключением MIRAS, «утягивают» его достаточно далеко на запад, в связи с чем возникают вопросы о толковании природы данного события. Ниже будет показано, что за наиболее достоверное следует принимать решения MIRAS, что позволяет однозначно интерпретировать природу рассматриваемых событий.

Таблица 1. Параметры сейсмических событий 5 мая 2026 г. по информации различных сейсмологических центров

Источник	Время в очаге, t_0	δt_0 , с	Гипоцентр			Магнитуда/количество станций
			φ , °N	λ , °E	h , км	
2026.05.05, 21:37						
MIRAS	21:37:24	—	60.265	60.048	1f	$ML=3.6\pm0.2/10$
GSRAS	21:37:25	—	60.31	59.96	10	$m_b=4.4/12$
NNC	21:37:32	3.71	59.640	60.814	0	$m_b=4.4/8$
EMSC	21:37:25	1.52	60.354	59.963	10	$m_b=4.2/178$
NEIC	21:37:25	0.8	60.358	60.083	10±1.9	$m_b=4.2\pm0.1/44$
2026.05.05, 22:02						
MIRAS	22:02:00	—	60.241	60.049	1f	$ML=3.8\pm0.2/10$
GSRAS	22:02:01	—	60.23	59.87	10	$m_b=4.6/22$
NNC	22:02:07	3.6	59.859	60.649	23	$m_b=4.5/8$
EMSC	22:02:01	1.69	60.223	59.774	10	$m_b=4.4/272$
NEIC	22:02:01	0.65	60.302	59.778	10±1.8	$m_b=4.4/60$

Примечание: MIRAS — «ГИ УрО РАН», Пермь, Россия; GSRAS — ФИЦ ЕГС РАН, Обнинск, Россия [Информация ..., 2026]; NNC — Казахстанский национальный центр данных [Kazakhstan ..., 2026]; EMSC — European-Mediterranean Seismological Centre, Arpajon Cedex, France [European-Mediterranean ..., 2026]; NEIC — National Earthquake Information Center, Golden, Colorado, USA [National ..., 2026]; f — фиксированная глубина.

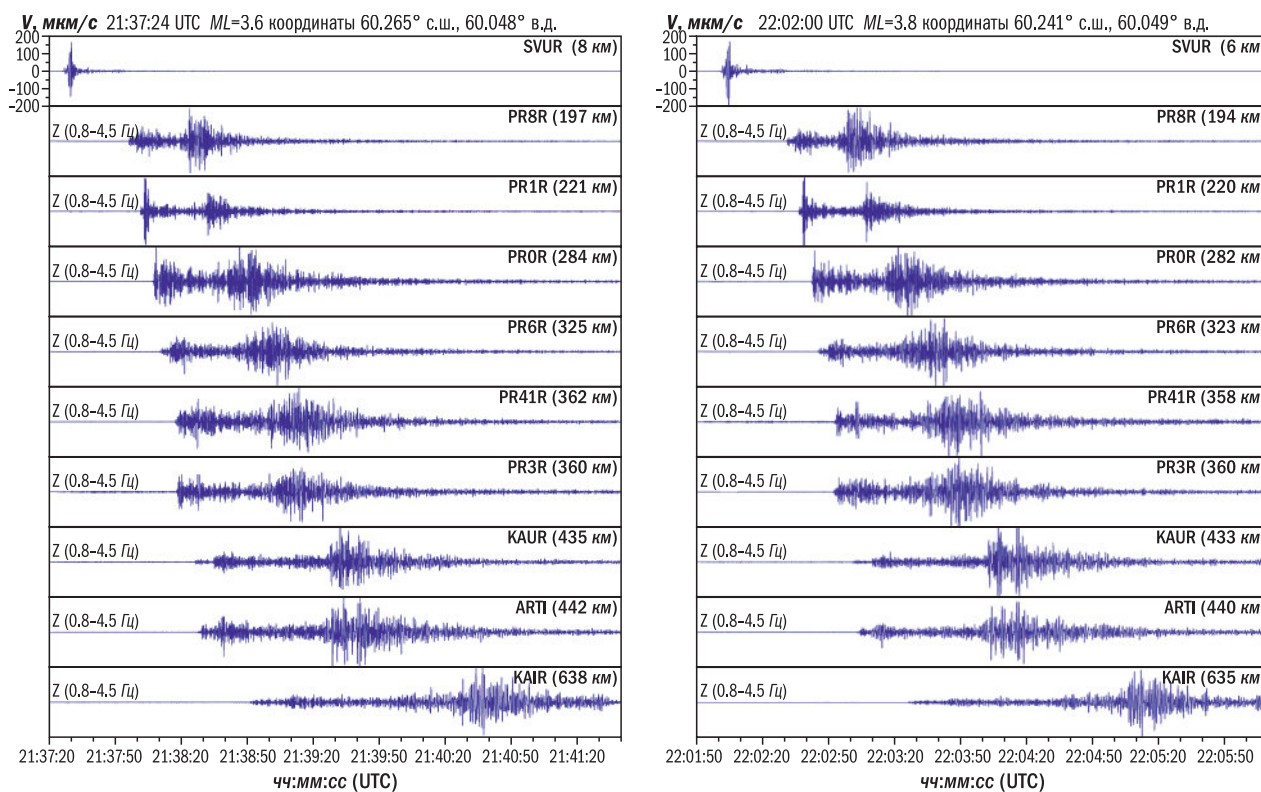


Рис. 1. Сейсмограммы событий 5 мая 2026 г. в 21:37 (слева) и 22:02 (справа) по данным станций Уральской сейсмологической сети

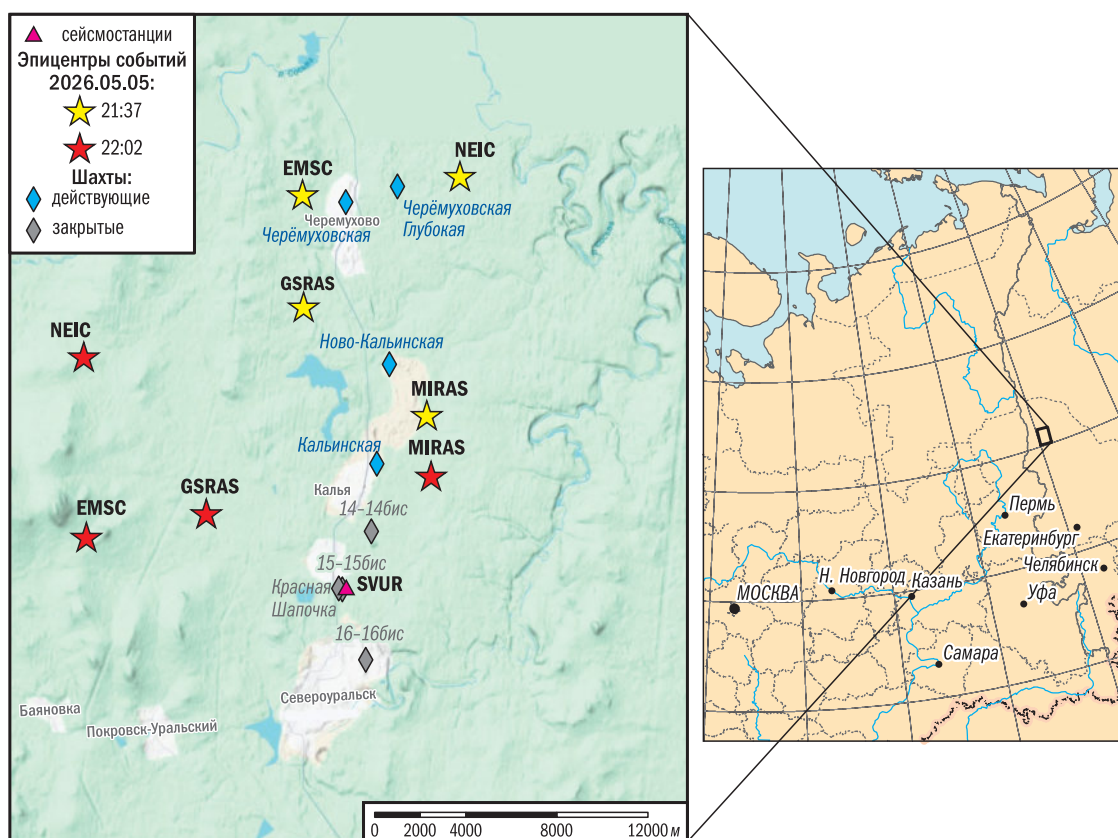


Рис. 2. Расположение эпицентров событий 5 мая 2026 г. по данным различных обрабатывающих сейсмологических центров (см. табл. 1)

Механизм очага

Сейсмические события 5 мая зарегистрированы множеством станций, что позволило по знакам первого движения в P -волне в программе FA А.В. Ландера [Ландер, 2018] определить их фокальный механизм. По выполненным расчётам получены параметры и диаграммы механизмов очагов в нижней полусфере, они представлены в табл. 2 и 3.

Для первого события 5 мая, $t_0=21:37$, $m_b=4.4$, по записям станций с эпицентральными расстояниями от 0.1° (SVUR) до 28.3° (КНС) и азимутальным окружением $112\text{--}315^\circ$ (азимутальная брешь $GAP=111^\circ$) были собраны 40 знаков, из них 29 знаков растяжения (минус), 11 — сжатия (плюс). Полученное наиболее вероятное решение показало, что движение в очаге данного события произошло под воздействием преобладающего влияния сил сжатия ($PL=7^\circ$), направленных с запада (табл. 2). Тип движения в очаге представлен взбросом со сдвиговыми компонентами. Обе нодальные плоскости имеют близомеридиональные простирания и довольно крутые углы падения ($DIP=63^\circ$ и $DIP=52^\circ$ соответственно): первая нодальная плоскость $NP1$ имеет простирание юг—юго-восток и левостороннюю сдвиговую компоненту. Вторая нодальная плоскость $NP2$ северо-восточного простирания имеет правостороннюю сдвиговую компоненту, и движение по ней может быть классифицировано как право-латеральный косой взброс.

Для второго события 5 мая, $t_0=22:02$, $m_b=4.6$, собраны 59 знаков, из них 35 знаков растя-

жения (минус), 24 — сжатия (плюс). Вступления брались на станциях с $\Delta=0.06^\circ$ (SVUR) до 28.4° (TIXI), азимутальное окружение $1\text{--}299^\circ$, $GAP=68^\circ$. Второе сейсмическое событие, произошедшее через 25 мин после первого, имеет сдвиговый тип движения в очаге (табл. 3). Оно возникло при близком воздействии субгоризонтальных сил сжатия и растяжения и представлено левосторонним сдвигом по первой субширотной нодальной плоскости $NP1$, по второй меридиональной плоскости $NP2$ — правосторонний сдвиг. Обе нодальные плоскости имеют довольно крутые углы падения ($DIP=82^\circ$ и $DIP=74^\circ$ соответственно).

Для Североуральского бокситового месторождения установлено унаследованное поле напряжений, вследствие чего тектоническая структура месторождения уже подготовлена к деформированию массива путём смещений блоков пород по существующим нарушениям. Их массовое «оживление» начинается, когда возникают разуплотнённые отработанные пространства [Батугин, 2010]. При горно-тектонических ударах подвижки по нарушениям фиксируются одновременно на нескольких горизонтах и на сотни метров по простиранию. Например, при горно-тектоническом ударе на СУБР 5 октября 1984 г. фиксировались взбросовые и сдвиговые перемещения, а видимые смещения по тектоническому нарушению отмечались около 100 м по падению залежи, а также более чем на 200 м по простиранию. На СУБР напряжённое состояние характеризуется субгоризонтальным направлением оси максимального сжатия.

Таблица 2. Параметры механизма очага сейсмического события 5 мая 2026 г., $t_0=21:37$

Оси главных напряжений						Нодальные плоскости						Диаграмма
T		N		P		$NP1$			$NP2$			
PL	AZM	PL	AZM	PL	AZM	STK	DIP	$SLIP$	STK	DIP	$SLIP$	
49	14	40	180	7	276	155	63	44	41	52	145	

Таблица 3. Параметры механизма очага землетрясения 5 мая 2026 г., $t_0=22:02$

Оси главных напряжений						Нодальные плоскости						Диаграмма
T		N		P		$NP1$			$NP2$			
PL	AZM	PL	AZM	PL	AZM	STK	DIP	$SLIP$	STK	DIP	$SLIP$	
6	136	72	243	17	45	89	82	−16	182	74	−172	

Возможно, первый, более слабый толчок ($m_b=4.4$), изменил поле напряжений в локальном объёме среды. Этот импульс послужил «спусковым крючком» (триггером) для мгновенной разрядки соседнего участка разлома, спровоцировав следующее, более сильное, событие ($m_b=4.6$). Вероятно, среда находилась в критически напряжённом состоянии, т.к. инициирование второго очага произошло так быстро. Ориентация нодальных плоскостей указывает на то, что события возникли в сложной, тектонически раздробленной зоне.

Локальный сейсмологический мониторинг в пределах СУБР

Североуральский бокситоносный район расположен на восточном склоне Северного Урала и вытянут в меридиональном направлении на более чем 150 км — от г. Карпинска на юге до г. Ивделя на севере. Шахтами «Кальинская», «Ново-Кальинская», «Черёмуховская» и «Красная Шапочка» (на данный момент выведена из эксплуатации) разрабатывается участок в районе г. Североуральска протяжённостью 25 км. Горно-геологические условия разработки Североуральского месторождения отличаются особой сложностью, среди которых: большие размеры шахтных полей, глубина горных работ (800–1400 м), многочисленные тектонические нарушения, закарстованность массива и динамическое проявление горного давления [Сидоров, 2017]. При достижении горными работами глубины 650–700 м интенсивность проявления горных ударов резко возрастает.

Ново-Кальинское месторождение расположено в центре Североуральского бокситоносного района. Геологическими границами, отделяющими бокситовую залежь Ново-Кальинского месторождения от соседних с ним Черёмуховского и Кальинского месторождений, являются крупные дорудные сбросы: на севере — Южно-Черёмуховский сброс, на юге — Ново-Кальинский и Северо-Кальинский сбросы. Бокситовый пласт Ново-Кальинской залежи не имеет выхода на поверхность. Западная граница оруденения установлена скважинами на глубине от 500 м до 1000 м, а на востоке рудное тело не оконтурено.

Эксплуатация Ново-Кальинского месторождения ведётся с 1977 г. шахтой «Кальинская» до отметки –740 м от поверхности земли. С 2005 г. шахта «Ново-Кальинская» отрабатывает глубокие горизонты, начиная с отметки –800 м. Бокситовая залежь залегает наклонно при паде-

нии на восток под углом 25÷35°, на отдельных участках существенно нарушена дизъюнктивной тектоникой, но на Ново-Кальинском месторождении, по сравнению с соседними месторождениями, условия залегания пласта более спокойные. Несмотря на наличие крупных тектонических нарушений, оконтуривающих месторождение с северной и южной сторон, отмечается наличие около 40 дизъюнктивов более мелкого порядка. При этом только 10 нарушений обладают значительной вертикальной амплитудой смещения в пределах 70÷120 м и протяжённостью от 1000 м. Очистные работы ведутся на глубине 1300–1400 м.

В настоящее время сейсмологический мониторинг Службы прогнозирования и предотвращения горных ударов (СППГУ) АО «СУБР» осуществляется на трёх шахтах — «Кальинской», «Ново-Кальинской» и «Черёмуховской». В общей сложности сеть наблюдений состоит из 41 точки наблюдения, в том числе 8 поверхностных. С 2005 г. и по настоящее время используется измерительно-вычислительный комплекс «Вагран-3», идеология которого разработана на СУБР. Плотность расстановки точек наблюдения, частота оцифровки и знание скоростей распространения продольных волн обеспечивает локацию сейсмических событий с погрешностью не более 25 м.

Для оценки точности локации сейсмических событий в пределах шахтных полей АО «СУБР» Уральской региональной сейсмологической сетью была выполнена привязка локальной системы координат, применяемой СППГУ АО «СУБР», к системе WGS-84 с использованием контрольных точек (поверхностные пункты наблюдений). Учитывая неоптимальное расположение этих точек (практически меридиональная линия) и большие размеры месторождения, погрешность пересчёта координат составила менее 100 м, что является достаточным для данной задачи.

На рис. 3 представлены эпицентры более 200 событий, зарегистрированных за 2016–2025 гг. одновременно и локальной мониторинговой системой АО «СУБР», и Уральской региональной сейсмологической сетью. Положение эпицентров по данным локальной сети фактически картирует районы ведения горных работ. Ошибка определения координат эпицентров по региональным станциям относительно локальной системы в среднем составляет 5.3 ± 2.4 км, при медианном значении 5.9 км. Максимальная ошибка составляет 17 км (одно событие), более 10 км — 17 событий (менее

10%) при общем линейном размере месторождения порядка 25 км в длину. Таким образом, даже без комплексирования с данными локальных наблюдений, что, безусловно, очень важно, региональный мониторинг даёт возможность трактовать события 5 мая 2026 г. как проявления техногенной сейсмичности, вызванной горными работами в пределах Североуральского бокситового месторождения.

Также на рис. 3 показаны положения эпицентров сейсмических событий 5 мая 2026 г. по данным локальной сейсмологической сети ОАО «СУБР» и Уральской сейсмологической сети (решение MIRAS). Для первого события 5 мая 2026 г. (21:37 UTC) разница в определении эпицентра составила 1,8 км, а для второго события (22:02 UTC) — 4,5 км. Оба события произошли в поле шахты «Ново-Кальинская».

Параметры распределения Гутенберга-Рихтера для техногенной сейсмичности СУБР

За более чем 20-летний период представительных наблюдений с 2002 по 2026 г. станциями

Уральской сейсмологической сети было зарегистрировано порядка 700 сейсмических событий с магнитудами $1.8 \leq ML \leq 4.1$, приуроченных к Североуральскому бокситовому месторождению [Верхованцев и др., 2013; Верхованцев, Голубева, 2022]. Учитывая точность локаций по региональным станциям Уральской сети и результаты комплексирования с данными локального сейсмологического мониторинга СППГУ ОА «СУБР», техногенная природа этих событий может считаться установленной однозначно.

На основании данных регионального мониторинга получена оценка распределения магнитуд — закон Гутенберга-Рихтера для техногенной сейсмичности Североуральского бокситового месторождения. На рис. 4 представлен соответствующий график повторяемости, имеющий ярко выраженный бимодальный характер.

Для каждой «ветки» графика максимальная магнитуда сейсмического события определяется размером источника, который зависит от объёма горных пород, в котором происходит сброс напряжений. Левая ветка графика с коэффициентом наклона b , равным 1.05 ± 0.05 , начиная

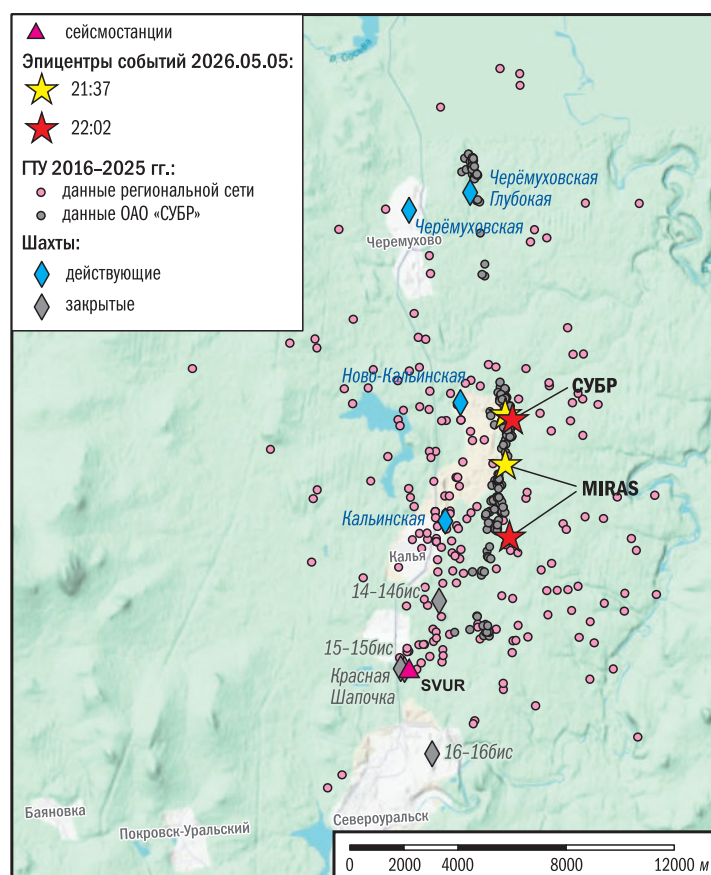


Рис. 3. Эпицентры наиболее крупных сейсмических событий 2016–2026 гг. в пределах Североуральского бокситового месторождения по локальным и региональным данным (ГТУ — горно-тектонический удар)

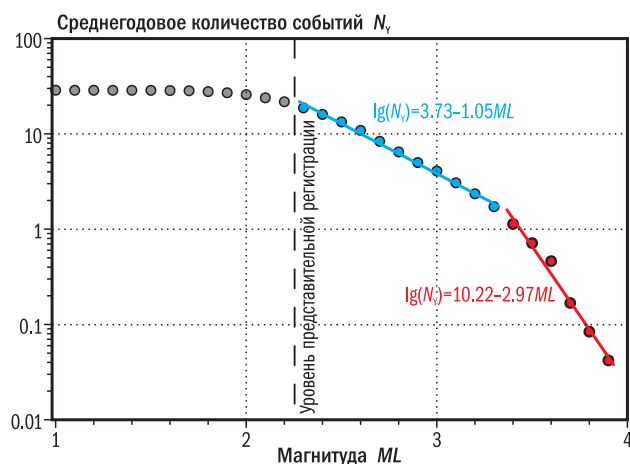


Рис. 4. График повторяемости сейсмических событий для Североуральского бокситового месторождения за 2002–2026 гг. по данным региональных наблюдений Уральской сейсмологической сети

с уровня представительной регистрации $ML \geq 2.3$ и до магнитуды $ML \leq 3.3$, характеризует техногенные события, связанные с разрушением горных пород в окрестностях выработок, т.е. собственно горные и горно-тектонические удары. Правая ветка, с магнитудами $ML > 3.3$, с коэффициентом b , равным 2.97 ± 0.57 , — это техногенные землетрясения, связанные со сбросом напряжений во всём горном массиве в пределах рудного поля шахты целиком. Таким образом, учитывая магнитуды, оба события 5 мая 2026 г. являются техногенными землетрясениями согласно классификации [Ловчиков, 2008], связанными с общим изменением геодинамических напряжений в массиве горных пород в границах отработки шахты «Ново-Кальинская» АО «СУБР».

Макросейсмические данные

Макросейсмическое исследование проводилось по методике, разработанной в соответствии со шкалой ШСИ-2017 [ГОСТ ..., 2017] и впервые применённой при исследовании Катав-Ивановского землетрясения 04.09.2018 г. с $ML=5.4$, $I_0=6.4$ [Дягилев и др., 2020]. Впоследствии предложенный подход был неоднократно использован и хорошо себя зарекомендовал при оценке макросейсмических проявлений разного масштаба [Носкова и др., 2024б] и природы [Верхоланцев и др., 2023; Носкова и др., 2024а].

Важно отметить, что сбор макросейсмических сведений в населённых пунктах, расположенных в пределах Североуральского бокситового месторождения — г. Североуральск, пос. Калья, Черё-

мухово, Северный-2 и др., проводится по каждому ощутимому событию по одним и тем же адресам и у тех же людей. Таким образом, сохраняется преимущество личных ощущений и реакций категорий сенсоров, использующихся в расчётах макросейсмического эффекта. Фактически это позволяет минимизировать влияние субъективных и локальных факторов при сравнении макросейсмического эффекта от разных событий между собой.

Оценки интенсивности в баллах ШСИ-2017 с учётом ошибок определений, полученные для событий 5 мая 2026 г., приведены в табл. 4. В последнем столбце (I_p , расчётная) даны расчётные значения интенсивности согласно уравнению Блейка-Шебалина с коэффициентами, уточнёнными для техногенных очагов для Уральского региона [Петрова и др., 2020]:

$$I = 1.5 \cdot M - 2.43 \cdot \lg r + 1.01. \quad (1)$$

Оценка магнитуды, используемой в выражении (1), производилась исходя из зависимости $M = 0.95 \cdot ML$, полученной для 20-летнего интервала наблюдений Уральского региона [Габсатрова, Пойгина, 2023].

Рассматривая макросейсмические проявления, можно констатировать, что для событий с $ML=3.6-3.8$ при глубине очага $h=1$ км на поверхности наблюдается значительный разброс между расчётными и наблюденными значениями макросейсмической интенсивности. Обращает на себя внимание, что при незначительной разнице между событиями по магнитуде наблюденные значения интенсивности в п. Калья отличаются практически на балл, а в случае населённых пунктов Черёмухово и Северный-2 меняются от «не ощущалось» до 5 баллов. Такой разброс обусловлен, скорее всего, разными механизмами очагов событий и азимутальной направленностью распространения сейсмических волн.

Обсуждение результатов

События 5 мая 2026 г. далеко не первые техногенные землетрясения в пределах Североуральского бокситового месторождения с $ML \geq 3.5$ и макросейсмическими проявлениями на земной поверхности $I \approx 5$ баллов по ШСИ-2017. В табл. 5 приведены данные о макросейсмических проявлениях других ТЗ в пределах Североуральского бокситового месторождения, полученные после внедрения методики сбора и обработки данных, базирующейся на стандарте ШСИ-2017 [Асминг и др., 2024; 2025].

Таблица 4. Макросейсмические данные об осязательности сейсмических событий 5 мая 2026 г.

№	Пункт	Координаты пункта		Количество определений	Δ , км	$I \pm \delta I$	I_p , расчётная
		φ , °N	λ , °E				
2026.05.05, 21:37, $ML=3.6$							
1	п. Калья	60.235	59.983	6	6.4	4.5±0.6	4.4
2	п. Черёмухово	60.346	59.987	5	7.9	н/о*	4.2
3	г. Североуральск	60.157	59.957	65	14.8	2.5±0.2	3.6
4	п. 2-й Северный	60.194	59.960	6	11.0	н/о*	3.9
5	п. 3-й Северный	60.205	59.963	12	9.8	н/о*	4.0
2026.05.05, 22:02, $ML=3.8$							
1	п. Калья	60.235	59.982	10	6.4	5.4±0.6	4.7
2	п. Черёмухово	60.346	59.987	5	7.9	5.4±1.0	4.5
3	г. Североуральск	60.157	59.957	39	14.8	2.6±0.3	3.9
4	п. 2-й Северный	60.194	59.960	6	11.0	4.8±1.0	4.2
5	п. 3-й Северный	60.205	59.963	12	9.8	н/о*	4.3

Примечание: *н/о — не ощущалось.

Таблица 5. Макросейсмические данные об осязательности техногенных землетрясений 2022–2023 гг. с $ML \geq 3.5$ в пределах Североуральского бокситового месторождения

№	Дата, время (дд.мм.гггг чч:мм)	Шахта	ML	K_p	Макросейсмические проявления, баллы ШСИ-2017
1	23.12.2022 11:11	«Черёмуховская»	3.6	10.7	п. Черёмухово — 4.6 ± 0.7 г. Североуральск — 3.0 ± 0.1 п. Северный-2, п. Калья — н/о
2	01.05.2023 03:05	«Кальинская»	3.6	9.9	г. Североуральск — 3.1 ± 0.1 п. Калья — 2.0 ± 0.0
3	01.18.2023 03:26	«Кальинская»	3.5	9.6	п. Калья — 4.1 ± 1.6 г. Североуральск — 3.3 ± 0.6 п. Северный-2 — 2.0 ± 0.0
4	09.03.2023 11:04	«Ново-Кальинская»	3.7	10.3	п. Черёмухово — 4.8 ± 1.0 п. Калья — 4.1 ± 1.6 п. Северный-2 — 2.0 ± 0.0
5	30.07.2023 20:28	«Кальинская»	3.7	9.0	г. Североуральск — 5.0 ± 0.7 п. Калья — 4.2 ± 0.4 п. Сосьва — н/о

Учитывая, что макросейсмические эффекты от ТЗ на разных рудниках могут существенным образом отличаться, наиболее корректным представляется сравнивать события 5 мая 2026 г. с событиями, произошедшими на той же шахте «Ново-Кальинская». Поэтому для ТЗ 9 марта 2023 г. ($t_0=11:04$), $m_b=3.9$, $ML=3.7$, также был определён механизм очага (табл. 6), т.к. это событие имеет параметры, близкие к рассматриваемым. На записях региональных и телесейсмических станций собраны 18 знаков вступлений, из них 8 — растяжения (минус), 10 — сжа-

тия (плюс). Вступления брались на станциях с $\Delta=0.08^\circ$ (SVUR) до 18.7° (DGZ), азимутальное окружение $40-320^\circ$, $GAP=55^\circ$. Сейсмическое событие произошло в результате сброса со сдвиговой компонентой, по наиболее вероятному решению, под преобладающим влиянием сил растяжения, направленных с северо-запада. Одна нодальная плоскость $NP1$ имеет юго-западное простирание, по ней происходил сброс с правосторонним сдвигом. Другая нодальная плоскость $NP2$ — восточного простирания, по ней был сброс с левосторонним сдвигом.

В табл. 7 приведены параметры ТЗ 9 марта 2023 г. и 5 мая 2026 г. Выше отмечалось, что событие 9 марта 2023 г. как по магнитуде ML , так и по макросейсмическим проявлениям сопоставимо с событиями 5 мая 2026 года. Однако ни его, ни других событий с $ML \geq 3.6$, приведённых в табл. 5, нет в каталогах EMSC, NEIC и GSRAS. В связи с этим возникает вопрос о причинах аномально высоких значений магнитуды m_b для рассматриваемых событий 2026 года.

Необходимо отметить, что точность определения магнитуд ML по станциям Уральской региональной сети является достаточно высокой. Калибровочная функция шкалы локальных магнитуд получена на большом объёме записей (~ 5500 событий) в широком диапазоне магнитуд $1.0 < ML < 5.4$ и для гипоцентральных расстояний $1 < R < 700$ км, при этом общая невязка шкалы составляет не более 0.2 единицы ML [Верхоланцев, Дягилев, 2025]. Величина дисперсии итогового значения магнитуды ML , рассчитанная с учётом станционных поправок S , не превышает ± 0.01 .

При этом достоверность определений магнитуды m_b различными сейсмологическими агентствами также не вызывает сомнений, поскольку её расчёт проводился по записям десятков и сотен станций.

Ранее в работе [Петрова, Курова, 2023] было показано, что для Урала существует достаточно устойчивая линейная зависимость между региональной магнитудой ML и магнитудой m_b , определяемой Международным Сейсмологическим Центром (ISC) [International ..., 2026], описываемая уравнением:

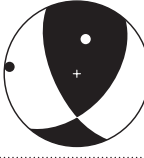
$$ML = (1.05 \pm 0.113) \cdot m_b \text{ ISC} - (0.32 \pm 0.44). \quad (2)$$

Исходя из этого уравнения, для первого из рассматриваемых событий ($ML=3.6$) магнитуда m_b может лежать в диапазоне от 3.0 до 4.7, для второго ($ML=3.8$) – от 3.2 до 4.9. Таким образом, значения m_b , определённые разными агентствами (табл. 1), хотя и заметно превышают средние величины для аналогичных по магнитуде ТЗ на СУБР, всё же находятся в пределах доверительного интервала регрессионной зависимости (2).

Таблица 6. Параметры механизма очага землетрясения 9 марта 2023 г., $t_0=11:04$

Оси главных напряжений						Нодальные плоскости						Диаграмма
<i>T</i>		<i>N</i>		<i>P</i>		<i>NP1</i>			<i>NP2</i>			
<i>PL</i>	<i>AZM</i>	<i>PL</i>	<i>AZM</i>	<i>PL</i>	<i>AZM</i>	<i>STK</i>	<i>DIP</i>	<i>SLIP</i>	<i>STK</i>	<i>DIP</i>	<i>SLIP</i>	
6.7	335	41	239	48	73	213	64	−137	101	53	−34	

Таблица 7. Параметры техногенных землетрясений 9 марта 2023 г. и 5 мая 2026 г.

Дата, время	Магнитуда			Механизм (диаграмма)	<i>I</i> , баллы ШСИ-2017			
	ML	m_b	m_b (ISC)		п. Калья	п. Черёмухово	г. Североуральск	п. Северный-2
09.03.2023 11:04	3.7	—	3.9		4.1 ± 1.6	4.8 ± 1.0	2.9 ± 0.1	2.0 ± 0.0
05.05.2026 21:37	3.6	4.4	—		4.5 ± 0.6	н/о	2.5 ± 0.2	н/о
05.05.2026 22:02	3.8	4.6	—		5.4 ± 0.6	5.4 ± 1.0	2.6 ± 0.3	4.8 ± 1.0

С целью дополнительного контроля достоверности результатов определения магнитуд сейсмических событий, произошедших 5 мая 2026 г., для них был выполнен расчёт моментной магнитуды M_w как наиболее физически обоснованной, т.к. она непосредственно связана с сейсмическим моментом. Расчёт проводился спектральным методом в соответствии с моделью очага по Дж. Брюну [Brune, 1970] по очаговым спектрам смещения S -волн. Были использованы записи сейсмических станций в диапазоне расстояний от 100 до 250 км, с отношением «сигнал/помеха» $SNR > 2$, по методике, описанной в работе [Зверева и др., 2024]. Для расчёта очаговых спектров в качестве поправки за неупругое затухание использовалась осреднённая характеристика частотно-зависимой добротности $Q(f)$ для Уральского региона. Данная методика расчёта для событий, зарегистрированных Уральской региональной сейсмической сетью, была использована впервые. В результате установлено, что магнитуда M_w составила 3.8 ± 0.1 для первого события и 4.1 ± 0.1 для второго. Эти значения немного выше, чем соответствующие магнитуды M_L , но находятся в пределах погрешности её определения (см. табл. 1). Надо отметить, что для большинства регионов значения магнитуд M_L и M_w обычно очень близки [Utsu, 2002]. В частности, для Северного Кавказа $M_w = M_L + 0.05$ [Zvereva, Skorkina, 2026]. Поскольку для территории Урала прямой расчёт M_w по данным региональных станций ранее не выполнялся,

точное соотношение между этими типами магнитуд ещё не известно, но есть основания предполагать, что для двух событий 5 мая значения M_L могут быть незначительно занижены из-за того, что все региональные станции находятся в достаточно узком азимутальном створе (от 168 до 236°).

Для объяснения повышенных значений магнитуды m_b надо учитывать, что данная магнитуда определяется по амплитуде продольных волн на эпицентральных расстояниях свыше 10°. В то же время для расчёта магнитуды M_L используются поперечные волны, и её калибровочная функция определена, как указано выше, на расстояниях до 700 км. В связи с этим был выполнен расчёт амплитудных спектров первых вступлений P -волн, записанных сейсмической станцией «Североуральск» (международный код SVUR), расположенной непосредственно на территории месторождения (рис. 5). Как видно из представленных спектров, сейсмические события 5 мая 2026 г. характеризовались более низкочастотным составом колебаний в P -волне. По всей видимости, это свидетельствует об особенностях очагового процесса — либо о больших линейных размерах очаговой зоны, либо о меньшей скорости вспарывания разлома. При этом низкочастотные колебания при распространении в геологической среде затухают слабее, что обеспечивает большую амплитуду P -волны на телесеизмических расстояниях и, соответственно, завышенные значения магнитуды m_b .

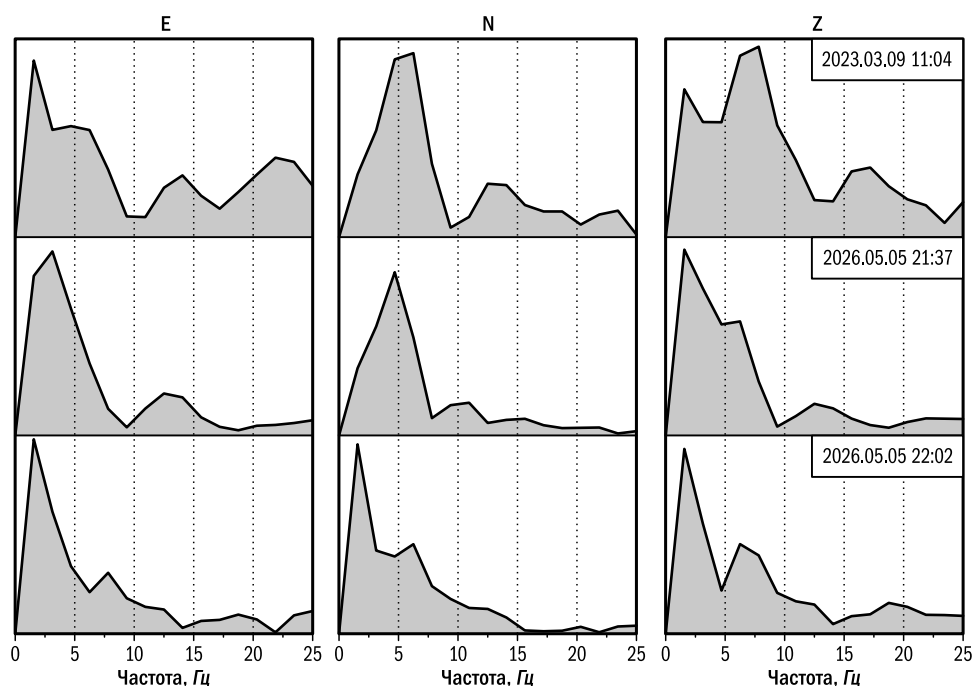


Рис. 5. Нормированные амплитудные спектры первых вступлений P -волн для техногенных землетрясений 9 марта 2023 г. и 5 мая 2026 г. (станция SVUR)

Выводы

Рассмотренные сейсмические события 5 мая 2026 г. произошли на территории горного отвода шахты «Ново-Кальинская» Североуральского бокситового месторождения и, по всем признакам, инициированы ведением горных работ. Оба события, в соответствии с бимодальным распределением Гутенберга-Рихтера, установленным для техногенной сейсмичности СУБР, затрагивают обширный массив горных пород и являются техногенными землетрясениями.

Для ТЗ на данной шахте впервые были рассчитаны механизмы очага по региональным и телесейсмическим станциям. Установлено, что механизм первого землетрясения представляет собой взброс, а второго — сдвиг. Это подтверждает тот факт, что оба события произошли не только под воздействием горных работ, но и обусловлены региональным полем напряжений. Возможно, первый толчок изменил поле напряжений в локальном объёме среды, спровоцировав второй.

Важной особенностью обоих ТЗ является существенная разница значений магнитуд m_b и ML . По данным разных агентств, m_b превышает ML на 0.6–0.8 единицы. Анализ сейсмограмм и параметров очагов позволил предположить, что подобное расхождение может быть обусловлено двумя причинами. Во-первых, продольные волны обоих ТЗ характеризуются нетипично низкочастотным спектром, что может быть связано с аномально большим размером очаговой зоны или пониженной скоростью вспарывания трещины. Во-вторых, значения магнитуды ML определялись по записям региональных станций, расположенных в достаточно узком азимутальном секторе к югу и юго-западу от эпицентров, в пределах которого амплитуда S -волны для данных механизмов очагов имела пониженные значения. Корректность этих выводов подтверждается тем, что значения магнитуды M_w , впервые рассчитанные напрямую по записям региональных станций Уральского региона, занимают промежуточное положение между m_b и ML .

Полученные результаты имеют важное значение для корректной оценки как природного сейсмического потенциала территории Урала, так и уровня техногенной сейсмичности на территории месторождений СУБР.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках государственных заданий (регистрационные номера НИОКТР 126012716041-5, 075-00604-25, 075-00609-26)

и 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/>).

Авторы глубоко признательны коллегам из ФИЦ ЕГС РАН, г. Обнинск: Ирине Петровне Габсатаровой за помощь в определении механизма очага и Анастасии Сергеевне Зверевой — в расчёте магнитуды M_w .

Литература

- Асминг В.Э., Асминг С.В., Баранов С.В., Верхованцев Ф.Г., Габсатарова И.П., Гоев А.Г., Дягилев Р.А., Ефременко М.А., Карпинский В.В., Коломиец Ю.Н., Конечная Я.В., Надёжка Л.И., Нестеренко М.Ю., Носкова Н.Н., Пивоваров С.П., Пойгина С.Г., Санина И.А. Результаты сейсмического мониторинга различных регионов России. Восточно-Европейская платформа, Урал и Западная Сибирь // Землетрясения России в 2023 году. — Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2025. — С. 33–41. — EDN: YFAJIG
- Асминг В.Э., Асминг С.В., Баранов С.В., Верхованцев Ф.Г., Габсатарова И.П., Голубева И.В., Дягилев Р.А., Карпинский В.В., Коломиец Ю.Н., Конечная Я.В., Надёжка Л.И., Нестеренко М.Ю., Носкова Н.Н., Пивоваров С.П., Пойгина С.Г., Санина И.А. Результаты сейсмического мониторинга различных регионов России. Восточно-Европейская платформа, Урал и Западная Сибирь // Землетрясения России в 2022 году. — Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2024. — С. 31–38. — EDN: KLAQNO
- Батугин А.С. Тектонофизическая модель горно-тектонических ударов с подвижками крыльев крупных тектонических нарушений // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). — 2010. — № S1. — С. 251–265. — EDN: NCXSYJ
- Верхованцев Ф.Г., Голубева И.В., Дягилев Р.А. Сейсмичность Уральского региона за период с 2002 по 2013 г. по данным инструментальных наблюдений Уральской сейсмической сетью // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы VIII Международной сейсмологической школы / Отв. ред. А.А. Маловичко. — Обнинск: ГС РАН, 2013. — С. 94–98. — EDN: SSTCAR
- Верхованцев Ф.Г., Голубева И.В., Дягилев Р.А., Злобина Т.В. Сейсмичность Урала и Западной Сибири в 2018–2019 гг. // Землетрясения Северной Евразии. — 2023. — Вып. 26 (2018–2019 гг.). — С. 225–238. — DOI: 10.35540/1818-6254.2023.26.19. — EDN: UCPMTP

- Верхованцев Ф.Г., Голубева И.В. Сейсмичность Уральского региона за период с 2002 по 2022 г. по данным инструментальных наблюдений Уральской сейсмологической сетью // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Тезисы XVI Международной сейсмологической школы / Отв. ред. А.А. Маловичко. — Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2022. — С. 28. — EDN: PZDRGJ
- Верхованцев Ф.Г., Дягилев Р.А. Шкала локальных магнитуд для Уральского региона // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных: Тезисы XIX Международной сейсмологической школы / Отв. ред. А.А. Маловичко. — Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2025. — С. 24. — EDN: CVTXBA
- Верхованцев Ф.Г., Злобина Т.В., Дягилев Р.А., Шулаков Д.Ю. Сейсмичность Урала и Западной Сибири в 2021 году // Землетрясения Северной Евразии. — 2025. — Вып. 28 (2021 г.). — С. 206–219. — DOI: 10.35540/1818-6254.2025.28.19. — EDN: RGDIPW
- Габсатарова И.П., Пойгина С.Г. Унификация сейсмологических каталогов по магнитуде // Землетрясения России в 2021 году. — Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2023. — С. 138–141. — EDN: UJAAAT
- ГОСТ Р 57546–2017. Землетрясения. Шкала сейсмической интенсивности. — Введ. 2017-07-19. — М.: Стандартинформ, 2017. — 28 с. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200146265>
- Дягилев Р.А., Верхованцев Ф.Г., Варлашова Ю.В., Шулаков Д.Ю., Габсатарова И.П., Епифанский А.Г. Катав-Ивановское землетрясение 04.09.2018 г., $m_b=5.4$ (Урал) // Российский сейсмологический журнал. — 2020. — Т. 2, № 2. — С. 7–20. — DOI: 10.35540/2686-7907.2020.2.01. — EDN: CDITJV
- Зверева А.С., Скоркина А.А., Габсатарова И.П. Спектральные и очаговые параметры землетрясений Северного Кавказа в 2020 году // Землетрясения Северной Евразии. — 2024. — Вып. 27(2020 г.). — С. 242–254. — DOI: 10.35540/1818-6254.2024.27.22. — EDN: NZRLES
- Информация Службы срочных донесений // ФИЦ ЕГС РАН [сайт]. — URL: <http://www.gsras.ru/new/ssd.htm> (дата обращения 16.06.2026).
- Ландер А.В. Программа расчёта и графического представления механизмов очагов землетрясений по знакам первых вступлений Р-волн (FA) / Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ RU 2018662004 от 25 сентября 2018 г. — EDN: GTRUYE
- Ловчиков А.В. Современное состояние проблемы регистрации, прогноза и предупреждения горно-тектонических ударов в рудниках // Горный ин-формационно-аналитический бюллетень. — 2008. — № 5. — С. 173–183. — EDN: KWRVGD
- Носкова Н.Н., Верхованцев Ф.Г., Асминг В.Э., Ваганова Н.В., Попов И.В. Сейсмические события в Воркутском углепромышленном районе в 2023 году // Вестник геонаук. — 2024а. — № 1 (349). — С. 34–42. — DOI: 10.19110/geov.2024.1.4. — EDN: GLOIMG
- Носкова Н.Н., Верхованцев Ф.Г., Дягилев Р.А. Вятское землетрясение 13 (25) августа 1897 г. // Вопросы инженерной сейсмологии. — 2024б. — Т. 51, № 2. — С. 5–19. — DOI: 10.21455/VIS2024.2-1. — EDN: XPEAVE
- Петрова Н.В., Дягилев Р.А., Габсатарова И.П. Особенности затухания сейсмического эффекта землетрясений русской платформы и Урала // Вопросы инженерной сейсмологии. — 2020. — Т. 47, № 4. — С. 5–25. — DOI: 10.21455/VIS2020.4-1. — EDN: DJXUEU
- Петрова Н.В., Курова А.Д. Сопоставление систем классификации землетрясений в локальных магнитудах M_L в некоторых регионах Северной Евразии // Российский сейсмологический журнал. — 2023. — Т. 5, № 2. — С. 61–76. — DOI: 10.35540/2686-7907.2023.2.05. — EDN: LTIMEJ
- Пономарев В.С., Турунтаев С.Б., Воинов А.К., Кресков А.С., Логунов А.В. Исследование режима возбужденной сейсмичности на шахтах СУБРа // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. — 1992. — № 4. — С. 15–22.
- Сидоров Д.В. Методология снижения удароопасности при применении камерно-столбовой системы разработки Североуральских бокситовых месторождений на больших глубинах // Записки Горного института. — 2017. — Т. 223. — С. 58–69. — DOI: 10.18454/PMI.2017.1.58. — EDN: YGCWMD
- Brune J.N. Tectonic stress and the spectra of seismic shear waves from earthquakes // Journal of Geophysical Research. — 1970. — V. 75, N 26. — P. 4997–5009. — DOI: 10.1029/JB075I026P04997
- European-Mediterranean Seismological Centre (EMSC). Search earthquakes [Site]. — URL: https://www.emsc-csem.org/Earthquake_information/# (дата обращения 16.06.2026).
- International Seismological Centre (ISC). On-line Bulletin [Site]. — URL: <http://www.isc.ac.uk/iscbulletin>. — United Kingdom, Thatcham: Internat. Seismol. Centre, 2019. — DOI: 10.31905/D808B830
- Kazakhstan Network // International Federation of Digital Seismograph Networks [Site]. — DOI: 10.7914/SN/KZ (дата обращения 16.06.2026).
- National Earthquake Information Center (NEIC) [Site]. — URL: <https://www.usgs.gov/programs/earthquake-hazards/national-earthquake-information-center-neic> (дата обращения 02.02.2026).

Utsu T. Relationships between Magnitude scales // International Handbook of Earthquake and Engineering Seismology, Vol. 81A. — Waltham, USA: Academic Press, 2002. — P. 733–746. — DOI: 10.1016/S0074-6142(02)80247-9

the North Caucasus // Problems of Geocosmos – 2024 (ICS 2024). Springer Proceedings in Earth and Environmental Sciences. — Cham: Springer, 2026. — P. 207–217. — DOI: 10.1007/978-3-031-92928-1_14

Zvereva A.S., Skorkina A.A. The Relationship Between M_w and Other Magnitude Scales for Earthquakes of

Сведения об авторах

Верхоланцев Филипп Геннадьевич, науч. сотр., зав. сектором сейсмического мониторинга Уральского региона Федерального государственного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Единая геофизическая служба Российской академии наук» (ФИЦ ЕГС РАН), г. Пермь, Россия. E-mail: sombra@mail.ru

Носкова Наталия Николаевна, канд. геол.-мин. наук, ст. науч. сотр. ФИЦ ЕГС РАН, г. Обнинск, Россия. E-mail: noskovann@gsras.ru

Шулаков Денис Юрьевич, канд. техн. наук, вед. науч. сотр., «Горный институт Уральского отделения Российской академии наук» — филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук («ГИ УрО РАН»), г. Пермь, Россия. E-mail: shulakov@mi-perm.ru

Глютов Сергей Валентинович, инженер-геофизик Акционерного общества «Севуралбокситруда» (АО «СУБР»), г. Североуральск, Россия. E-mail: rf773@mail.ru

Seismic events on May 5, 2026, with $m_b=4.4$ and $m_b=4.6$ in the Northern Urals (Severouralsk)

© 2026 F.G. Verkholtantsev¹, N.N. Noskova², D.Yu. Shulakov³, S.V. Glotov⁴

¹GS RAS, Perm, Russia; ²GS RAS, Obninsk, Russia;

³MI UB RAS, Perm, Russia; ⁴JSC "SUBR", Severouralsk, Russia

Received June 30, 2026

Abstract On May 5, 2026, two seismic events occurred in the Northern Urals near Severouralsk with a difference of 25 minutes. Both events were recorded by hundreds of seismic stations worldwide and processed in Russian and foreign seismological centers. In this work, the instrumental and macroseismic parameters of the events of May 5, 2026, are determined: the first is the time at the source $t_0=21:37:24$, coordinates 60.265°N , 60.048°E , local magnitude $ML=3.6$, intensity $I_0=4.5\pm0.6$; the second is $t_0=22:02:00$, 60.241°N , 60.049°E , $ML=3.8$, $I_0=5.4\pm0.6$. It is shown that both seismic events are induced earthquakes at the Novokalininskaya mine of the North Ural bauxite deposit. Their focal mechanism have been constructed. The first earthquake is characterized by a reverse mechanism with left-lateral strike-slip components and the second event shows strike-slip motion. The classification of these events is considered, taking into account the bimodal nature of the Gutenberg-Richter distribution for induced seismicity within the SUBR. Local seismological monitoring data from the Rock Burst Forecasting and Prevention Service of JSC SUBR were used to refine the events parameters.

Keywords Induced earthquakes, seismological monitoring, industrial seismicity, macroseismics, focal mechanism, Urals.

For citation Verkholtantsev, F.G., Noskova, N.N., Shulakov, D.Yu., & Glotov, S.V. (2026). [Seismic events on May 5, 2026, with $m_b=4.4$ and $m_b=4.6$ in the Northern Urals (Severouralsk)]. *Rossiiskii seismologicheskii zhurnal* [Russian Journal of Seismology], 8(3), 97-111. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.35540/2686-7907.2026.3.07>. EDN: UZQMTS

References

- Asming, V.E., Asming, S.V., Baranov, S.V., Verkholtantsev, F.G., Gabsatarova, I.P., Goev, A.G., Diaghilev, R.A., Efremenko, M.A., Karpinsky, V.V., Kolomiets, Yu.N., Konechnaya, Ya.V., Nadezhka, L.I., Nesterenko, M.Yu., Noskova, N.N., Pivovarov, S.P., Poigina, S.G., & Sanina, I.A. (2025). [Results of seismic monitoring of various regions of Russia. East European Platform, the Urals and Western Siberia]. In *Zemletriaseniia Rossii v 2023 godu* [Earthquakes in Russia, 2023] (pp. 33-41). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.). EDN: YFAJJG
- Asming, V.E., Asming, S.V., Baranov, S.V., Verkholtantsev, F.G., Gabsatarova, I.P., Golubeva, I.V., Dyagilev, R.A., Karpinsky, V.V., Kolomiets, Yu.N., Konechnaya, Ya.V., Nadezhka, L.I., Nesterenko, M.Yu., Noskova, N.N., Pivovarov, S.P., Poigina, S.G., & Sanina, I.A. (2024). [Results of seismic monitoring of various regions of Russia. East European Platform, Urals and Western Siberia]. In *Zemletriaseniia Rossii v 2022 godu* [Earthquakes in Russia, 2022] (pp. 31-38). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.). EDN: KLAQNO
- Batugin, A.S. (2010). [Tectonophysical model of rock bursts with movements of the wings of large tectonic faults]. *Gornyi informatsionno-analiticheskii biulleten' (nauchno-tekhnicheskii zhurnal)* [Mining Information and Analytical Bulletin (scientific and technical journal)], (S1), 251-265. (In Russ.). EDN: NCXSYJ
- Brune J.N. Tectonic stress and the spectra of seismic shear waves from earthquakes. (1970). *Journal of Geophysical Research*, 75(26), 4997-5009. DOI: 10.1029/JB075I026P04997
- Dyagilev, R.A., Verkholtantsev, F.G., Varlashova, Yu.V., Shulakov, D.Yu., Gabsatarova, I.P., & Epifanskiy, A.G. (2020). [Katav-Ivanovsk earthquake on 04.09.2018, $m_b=5.4$ (Urals)]. *Rossiiskii seismologicheskii zhurnal* [Russian Journal of Seismology], 2(2), 7-20. (In Russ.). DOI: 10.35540/2686-7907.2020.2.01. EDN: CDITJV
- European-Mediterranean Seismological Centre (EMSC). Search earthquakes. (2026) Retrieved from https://www.emsc-csem.org/Earthquake_information/#
- Gabsatarova, I. P., & Poigina, S.G. (2023). [Unification of seismological catalogs by magnitude] In *Zemletriaseniia Rossii v 2021 godu* [Earthquakes in Russia, 2021] (pp. 138-141). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.). EDN: UJAAYT
- GOST R 57546-2017. (2017). [State Standard 57546-2017. Earthquakes. Seismic intensity scale]. Moscow, Russia: Standartinform Publ., 28 p. Retrieved from <https://docs.cntd.ru/document/1200146265> (In Russ.).
- GS RAS. (2026). Information from the Urgent Reports Service. Retrieved from <http://www.gsras.ru/new/ssd.htm>
- International Seismological Centre. (2019). On-line Bulletin. Retrieved from <http://www.isc.ac.uk/iscbulletin>. DOI: 10.31905/D808B830
- KNDC/Institute of Geophysical Research (Kazakhstan). (1994). Kazakhstan Network [Data set]. International

- Federation of Digital Seismograph Networks. DOI: 10.7914/SN/KZ
- Lander, A.V. (2018). [The program for calculating and graphically representing the mechanisms of earthquake sources by the signs of the first arrivals of P-waves (FA)]. Certificate of state registration of the computer program No. 2018662004. (In Russ.). EDN: GTRUYE
- Lovchikov, A.V. (2008). [Current state of the problem of registration, forecast and prevention of rock bursts in mines]. *Gornyi informatsionno-analiticheskii biulleten'* [Mining information and analytical bulletin], (5), 173-183. (In Russ.). EDN: KWRVGD
- National Earthquake Information Center (NEIC). (2026). Retrieved from <https://www.usgs.gov/programs/earthquake-hazards/national-earthquake-information-center-neic>
- Noskova, N.N., Verkholtantsev, F.G., Asming, V.E., Vaganova, N.V., & Popov, I.V. (2024a). [Seismic events in the Vorkuta coal industrial district in 2023]. *Vestnik geonauk* [Vestnik of Geosciences], (1/349), 34-42. (In Russ.). DOI: 10.19110/geov.2024.1.4. EDN: GLOIMG
- Noskova, N.N., Verkholtantsev, F.G., & Dyagilev, R.A. (2024b). [The Vyatka earthquake of August 13 (25), 1897]. *Voprosy inzhenernoi seismologii* [Problems of Engineering Seismology], 51(2), 5-19. (In Russ.). DOI: 10.21455/VIS2024.2-1. EDN: XPEAVE
- Petrova, N.V., Dyagilev, R.A., & Gabsatarova, I.P. (2020). [Characteristics of seismic effect attenuation for earthquakes in the Russian Platform and the Urals]. *Voprosy inzhenernoi seismologii* [Problems of Engineering Seismology], 47(4), 5-25. (In Russ.). DOI: 10.21455/VIS2020.4-1. EDN: DJXUEU
- Petrova, N.V., & Kurova, A.D. (2023). [Comparison of earthquake classification systems in local magnitudes ML in some regions of Northern Eurasia]. *Rossiiskii seismologicheskii zhurnal* [Russian Journal of Seismology], 5(2), 61-76. (In Russ.). DOI: 10.35540/2686-7907.2023.2.05. EDN: LTIMEJ
- Ponomarev, V.S., Turuntaev, S.B., Voinov, A.K., Kreskov, A.S., & Logunov, A.V. (1992). [Investigation of excited-seismicity regimes in mines of the northern Ural bauxite deposits]. *Fiziko-tehnicheskie problemy razrabotki poleznykh iskopaemykh* [Physical and technical problems of mineral resource development], (4), 15-22. (In Russ.).
- Sidorov, D.V. (2017). [Methodology of Reducing Rock Bump Hazard During Room and Pillar Mining of North Ural Deep Bauxite Deposits]. *Zapiski Gornogo instituta* [Notes of the Mining Institute], 223, 58-69. (In Russ.). DOI: 10.18454/PMI.2017.1.58. EDN: YGCWMD
- Utsu, T. (2002). *Relationships between Magnitude scales. In International Handbook of Earthquake and Engineering Seismology. V. 81A*, 733-746. Waltham, Academic Press. DOI: 10.1016/S0074-6142(02)80247-9
- Verkholtantsev, F.G., Golubeva, I.V., & Dyagilev, R.A. (2013). [Seismicity of the Ural region from 2002 to 2013 based on instrumental data from the Ural seismic network]. In *Sovremennye metody obrabotki i interpretatsii seismologicheskikh dannykh. Materialy VIII Mezhdunarodnoi seismologicheskoi shkoly. Otv. red. A.A. Malovichko* [Modern methods of processing and interpretation of seismological data. Proceedings of the VIII International Seismological Workshop. Resp. ed. A.A. Malovichko] (pp. 94-98). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.). EDN: SSTCAR
- Verkholtantsev, F.G., & Golubeva, I.V. [Seismicity of the Ural region for the period from 2002 to 2022. According to instrumental observations of the Ural seismological network]. In *Sovremennye metody obrabotki i interpretatsii seismologicheskikh dannykh. Tezisy XVI Mezhdunarodnoi seismologicheskoi shkoly. Otv. red. A.A. Malovichko* [Modern Methods of Processing and Interpreting Seismological Data: Abstracts of the XVI International Seismological Workshop. Resp. ed. A.A. Malovichko] (pp. 28-28). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.). EDN: PZDRGJ
- Verkholtantsev, F.G., & Dyagilev, R.A. (2025). [Local magnitude scale for the Ural region]. In *Sovremennye metody obrabotki i interpretatsii seismologicheskikh dannykh. Tezisy XIX Mezhdunarodnoi seismologicheskoi shkoly. Otv. red. A.A. Malovichko* [Modern methods of processing and interpretation of seismological data. Abstracts of the XIX International Seismological Workshop. Resp. ed. A.A. Malovichko] (pp. 24-24). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.). EDN: CVTXBA
- Verkholtantsev, F.G., Golubeva, I.V., Dyagilev, R.A., & Zlobina, T.V. (2023). [Seismicity of the Urals and Western Siberia in 2018-2019]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 26(2018-2019), 225-238. (In Russ.). DOI: 10.35540/1818-6254.2023.26.19. EDN: UCPMTP
- Verkholtantsev, F.G., Zlobina, T.V., Dyagilev, R.A. & Shulakov, D.Yu. (2025). [Seismicity of the Urals and Western Siberia in 2021]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 28(2021), 206-219. (In Russ.). DOI: 10.35540/1818-6254.2025.28.19. EDN: RGDIPW
- Zvereva, A.S., & Skorkina, A.A. (2026). The Relationship Between Mw and Other Magnitude Scales for Earthquakes of the North Caucasus. In *Problems of Geocosmos – 2024 (ICS 2024). Springer Proceedings in Earth and Environmental Sciences* (pp. 207-217). Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-031-92928-1_14
- Zvereva, A.S., Skorkina, A.A., & Gabsatarova, I.P. (2024). [Spectral and source parameters of North Caucasus earthquakes in 2020]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 27(2020), 242-254. DOI: 10.35540/1818-6254.2024.27.22. EDN: NZRLES

Information about authors

Verkholtantsev Filipp Gennadievich, Researcher, Head of the Ural Region Seismic Monitoring Sector of the Geophysical Survey of the Russian Academy of Sciences (GS RAS), Perm, Russia. E-mail: sombra@mail.ru

Noskova Nataliia Nikolaevna, PhD, Senior Researcher of the GS RAS, Obninsk, Russia. E-mail: noskovann@gstras.ru

Shulakov Denis Yuryevich, PhD, Leading Researcher of the "Mining Institute Ural Branch Russian Academy of Sciences" Branch of the Perm Federal Research Center Ural Branch Russian Academy of Sciences (MI UB RAS), Perm, Russia. E-mail: shulakov@mi-perm.ru

Glotov Sergey Valentinovich, Geophysical Engineer, Joint Stock Company "Sevuralboksitruda" (JSC "SUBR"), Severouralsk, Russia. E-mail: rf773@mail.ru