

Импульсы и дуговое распределение землетрясений в Байкальской рифтовой системе: мониторинг окислительно-восстановительного потенциала подземных вод в реальном времени (апрель-июль 2026 г.)

С.В. Рассказов^{1,2}, С.В. Снопков^{2,3}, И.А. Асламов⁴, Е.П. Чебыкин¹, А.М. Ильясова¹

¹Институт земной коры СО РАН, Иркутск, Россия

²Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия

³Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск, Россия

⁴Лимнологический институт СО РАН, Иркутск, Россия

Аннотация. Анализируются недельные временные вариации энергетического класса землетрясений на востоке, западе и в центре Байкальской рифтовой системы (БРС) в связи с анализом записей окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) подземных вод Култукского полигона в режиме реального времени в апреле-июле 2026 г. В феврале-июне выявляются два сейсмических импульса: первый – на востоке БРС с 17 марта до 24 апреля (импульс МА), второй – в центр БРС с 28 апреля до 17 июня (импульс АИ) с переходом к более коротким (недельным) сопряженным событиям востока и центра. Импульс МА развивается от предшествующих упорядоченных слабых землетрясений по всей протяженности БРС к рассеянным эпицентрам землетрясений на востоке. Импульс АИ обозначает концентрацию эпицентров землетрясений в центре БРС. В развитии сейсмических импульсов на востоке и в центре выявляется общее группирование сейсмических событий с недельной квазипериодичностью при равномерном распределении событий на западе БРС. Текущее возрастание ОВП в конце июня – начале июля в подземных водах краевого Обручевского разлома Южно-Байкальской впадины, отражающее нарастающее сжатие, сопровождается снижением ОВП в подземных водах Култукской тектонической ступени ее осевой части, характеризующим усиление растяжения. Такое состояние коры свидетельствует о реализации сдвигового сейсмогенного смещения на полигоне, которое отвечает одному из сценариев сейсмической активизации БРС. Этот сценарий реализуется в Кыренском землетрясении 13 июля 2026 г. с повышенным энергетическим классом ($K=12.9$). Эпицентры землетрясений повышенного энергетического класса ($K=11.0-12.9$) образуют миграционную дугу с общим эйлеровым полюсом вращения. Дуговое распределение эпицентров землетрясений БРС, вызванное силами Японско-Байкальского геодинамического коридора, реализуется сначала (во временном интервале 01.02.–13.03.2026) слабыми сейсмическими событиями, а затем (во временном интервале 18.06.–13.07.2026) – событиями повышенного энергетического класса.

Keywords: подземные воды, мониторинг в режиме реального времени, окислительно-восстановительный потенциал, землетрясения, Байкал

Статья получена: 03.07.2026; исправлена: 16.07.2026; принята: 17.07.2026.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Рассказов С.В., Асламов И.А., Снопков С.В., Чебыкин Е.П., Ильясова А.М. Импульсы и дуговое распределение землетрясений в Байкальской рифтовой системе: мониторинг окислительно-восстановительного потенциала подземных вод в реальном времени (апрель-июль 2026 г.) // Геология и окружающая среда. 2026. Т. 6, № 2. С. 35–65. DOI 10.26516/2541-9641.2026.2.35. EDN: IFEGNU

Article received: 03.07.2026; corrected: 16.07.2026; accepted: 17.07.2026.

FOR CITATION: Rasskazov S.V., Aslamov I.A., Snopkov S.V., Chebykin E.P., Ilyasova A.M. Impulses and arc distribution of earthquake in the Baikal Rift System: Real-time monitoring oxidation-reduction potential in groundwater (April–July of 2026) // Geology and Environment. 2026. Vol. 6, No. 2. P. 35–65. DOI 10.26516/2541-9641.2026.2.35. EDN: IFEGNU

Impulses and Arc Distribution of Earthquake in the Baikal Rift System: Real-Time Monitoring Oxidation-Reduction Potential in Groundwater (April–July of 2026)

S.V. Rasskazov^{1,2}, S.V. Snopkov^{2,3}, I.A. Aslamov⁴, E.P. Chebykin¹, A.M. Ilyasova¹

¹*Institute of the Earth's Crust SB RAS, Irkutsk, Russia*

²*Irkutsk State University, Irkutsk, Russia*

³*Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia*

⁴*Limnological Institute SB RAS, Irkutsk, Russia*

Abstract. Weekly temporal variations in the energy class of earthquakes in the east, west, and center of the Baikal Rift System (BRS) are analyzed together with real-time records of the oxidation-reduction potential (ORP) of groundwater at the BRS sensitive point to earthquakes (Kultuk area) in April–July 2026. Two seismic impulses are detected in February–June: the first in the east of the BRS from March 17 to April 24 (the MA impulse), and the second in the center of the BRS from April 28 to June 17 (the AJ impulse), with a transition to combined events in the east and center. The MA impulse develops from preceding ordered weak earthquakes along the entire BRS length to dispersed earthquake epicenters in the east. The AJ impulse denotes a concentration of earthquake epicenters in the BRS center. The development of seismic impulses in the east and center results in a grouping of seismic events with a weekly quasi-periodicity, with a uniform distribution of events in the BRS west. The current increase in ORP in groundwater along the marginal Obruchev Fault of the South Baikal Basin in late June and early July, reflecting increasing compression, is accompanied by a decrease in ORP in groundwater at the Kultuk tectonic step of its axial portion, indicating increased extension. This crustal state indicates the occurrence of seismogenic strike-slip displacement at the Kultuk area that corresponds to one of the seismic reactivation scenarios for the BRS. This scenario was realized in the Kyren earthquake of July 13, 2026, with an elevated energy class ($K = 12.9$). The epicenters of earthquakes of elevated energy class ($K=11.0–12.9$) form a migration arc with a common Euler pole of rotation. The arc distribution of the epicenters of the BRS earthquakes, caused by the forces of the Japan-Baikal geodynamic corridor, is realized first (in the time interval 01.02.–13.03.2026) by weak seismic events, and then (in the time interval 18.06.–13.07.2026) by events of an increased energy class.

Keywords: groundwater, monitoring, oxidation-reduction potential, earthquakes, Baikal

Введение

Современные тектонические движения в Байкальской рифтовой системе (БРС) регулируются соотношениями между блоками, обладающими некоторой жесткостью относительно ее подвижной коры. Сейсмогенное состояние коры БРС меняется в зависимости от движений, вызванных усилиями в Саяно-Монгольском секторе Индо-Азиатской конвергенции (СМСИАК) или Японско-Байкальского геодинамического коридора (ЯБГК). Приложение сил с юга или с востока влечет за собой упорядоченные деформации, направленные вдоль оси БРС и реализующиеся в сильных сейсмических событиях. Наибольший ущерб могут принести сильные землетрясения в центральной части БРС, в

которой находятся крупные города Иркутск и Улан-Удэ, поэтому важно, прежде всего, отслеживание развития сейсмического процесса, развивающегося с концентрацией сейсмической энергии в центре. Для выяснения характера проявления землетрясений от зарождения силового воздействия на БРС до результирующих сейсмогенных деформаций коры одновременно анализируется пространственно-временное распределение землетрясений в БРС и вариации окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) подземных вод. Разрабатываются подходы к решению задачи краткосрочного прогноза землетрясений получением данных в режиме реального времени.

Прогностическая роль ОВП была обоснована теоретически (Freund, 2013).

Предполагается, что при сжатии земной коры образуются пьезоэлектрические дыры в кварце. Как следствие, возрастает ОВП подземных вод, играющих роль электролита. При растяжении земной коры эффект пьезоэлектрических дыр нивелируется. Основная задача оперативного анализа данных ОВП в режиме реального времени сводится к поискам связей вариаций этого параметра с землетрясениями.

Измерения ОВП проводятся в наиболее чувствительной точке БРС к землетрясениям – на Култукском полигоне, на котором растяжение Южно-Байкальской впадины сменяется сжатием востока Тункинской долины. Здесь установлены два сенсора, регистрирующие ОВП, рН и температуру в режиме реального времени. Один сенсор (ст. 9, КБЖД) установлен в скважине на Обручевском разломе, ограничивающем с севера Южно-Байкальскую впадину, другой (ст. 184, Школьная) – в скважине на Култукской тектонической ступени осевой части БРС (Рассказов и др., 2023а).

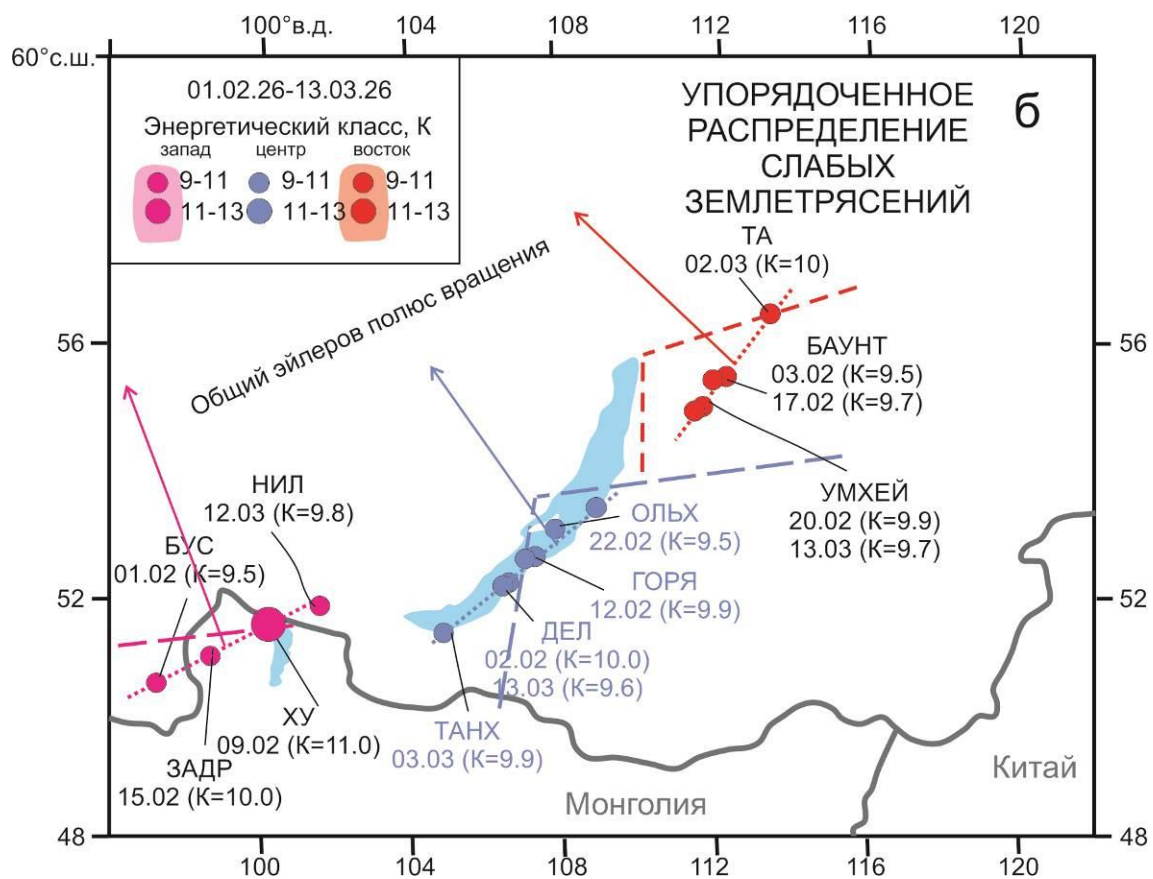
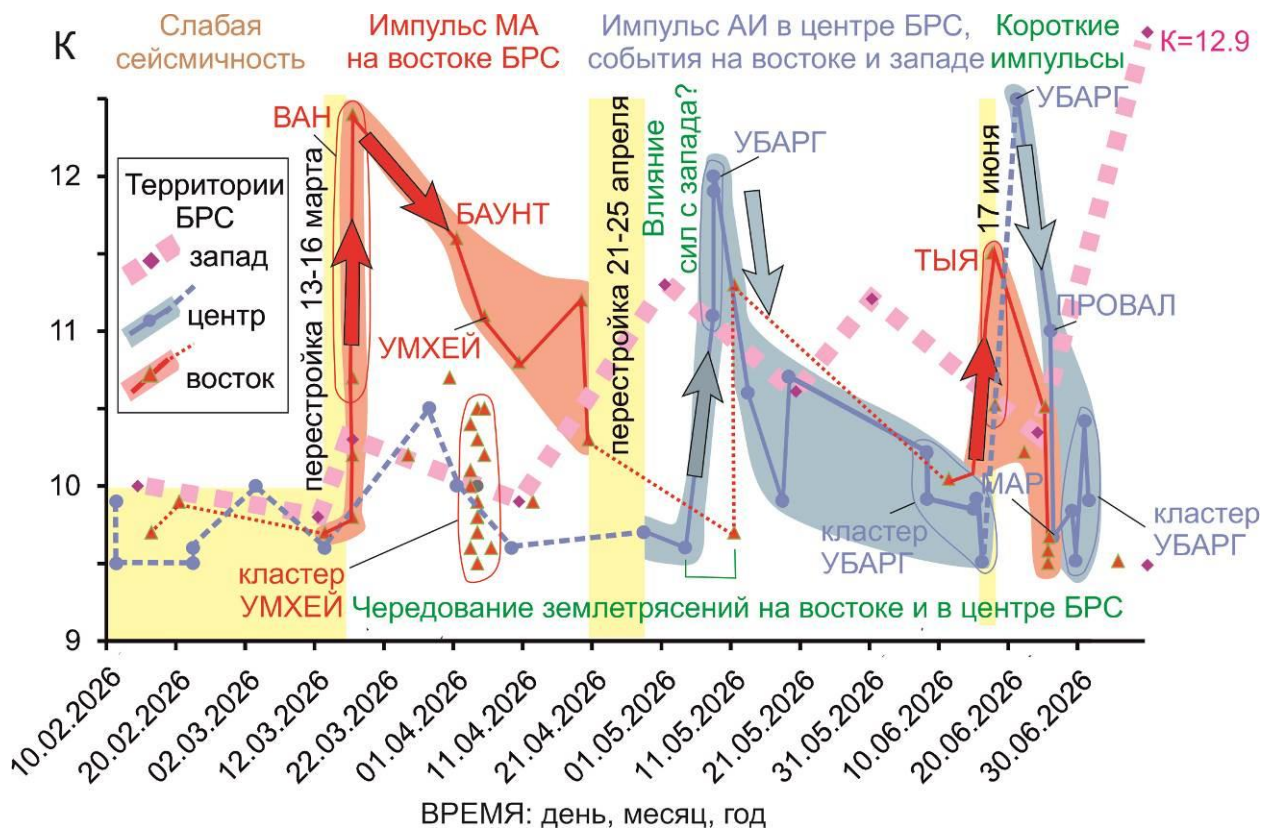
В записях ОВП последних двух месяцев 2025 г. и первых трех месяцев 2026 г. заметную роль сыграли магнитные бури. Из анализа соотношения вариаций ОВП подземных вод Култукского полигона и землетрясений БРС при переходе от контроля слабых землетрясений магнитными бурями в ноябре-декабре 2025 г. к сейсмическим импульсам ЯБГК в январе-марте 2026 г. был сделан вывод о нивелировании существовавших аномалий тектонических напряжений в БРС магнитными бурями, вызывавшими слабые землетрясения. Короткие сейсмические импульсы января-марта 2026 г., в сущности, обозначили запуск новых сейсмогенных деформаций, в которых доминировали процессы ЯБГК. Зарождающиеся сейсмогенные деформации в виде коротких сейсмических импульсов обозначили в феврале-марте 2026

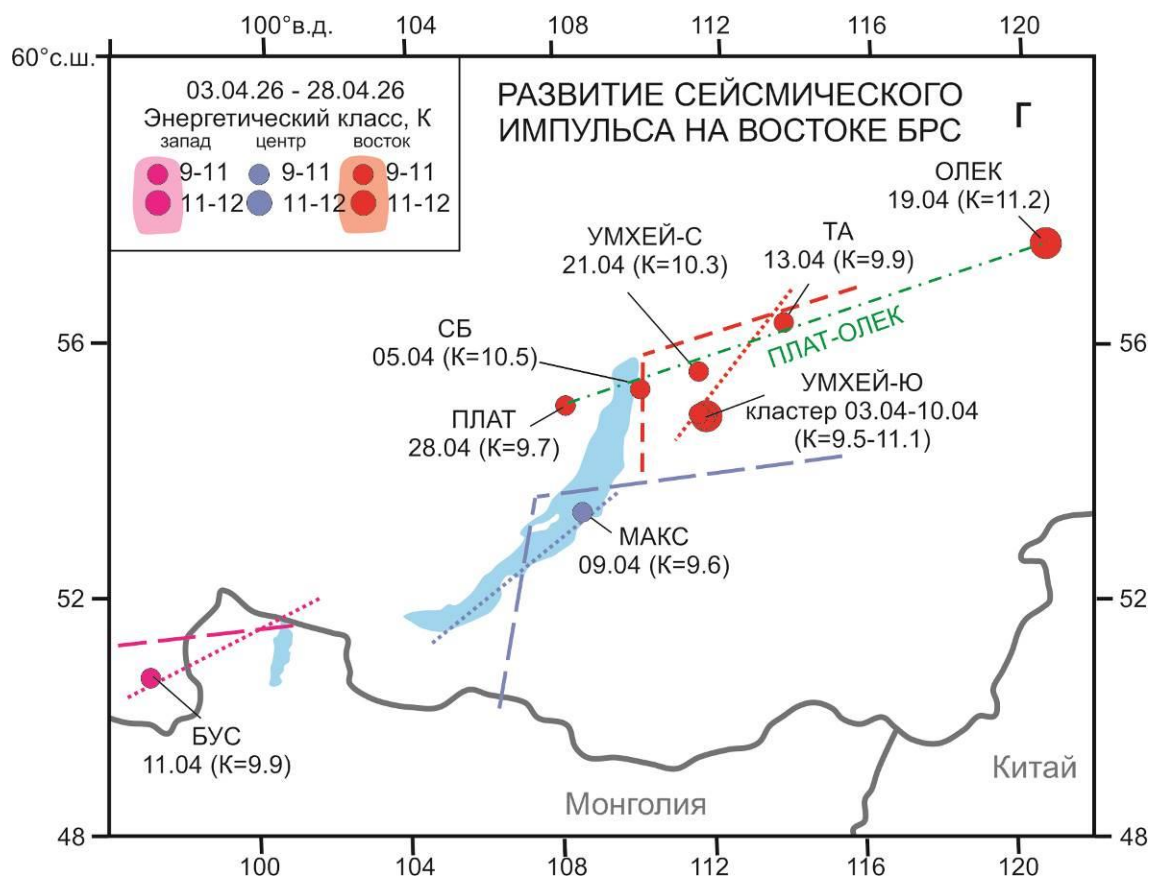
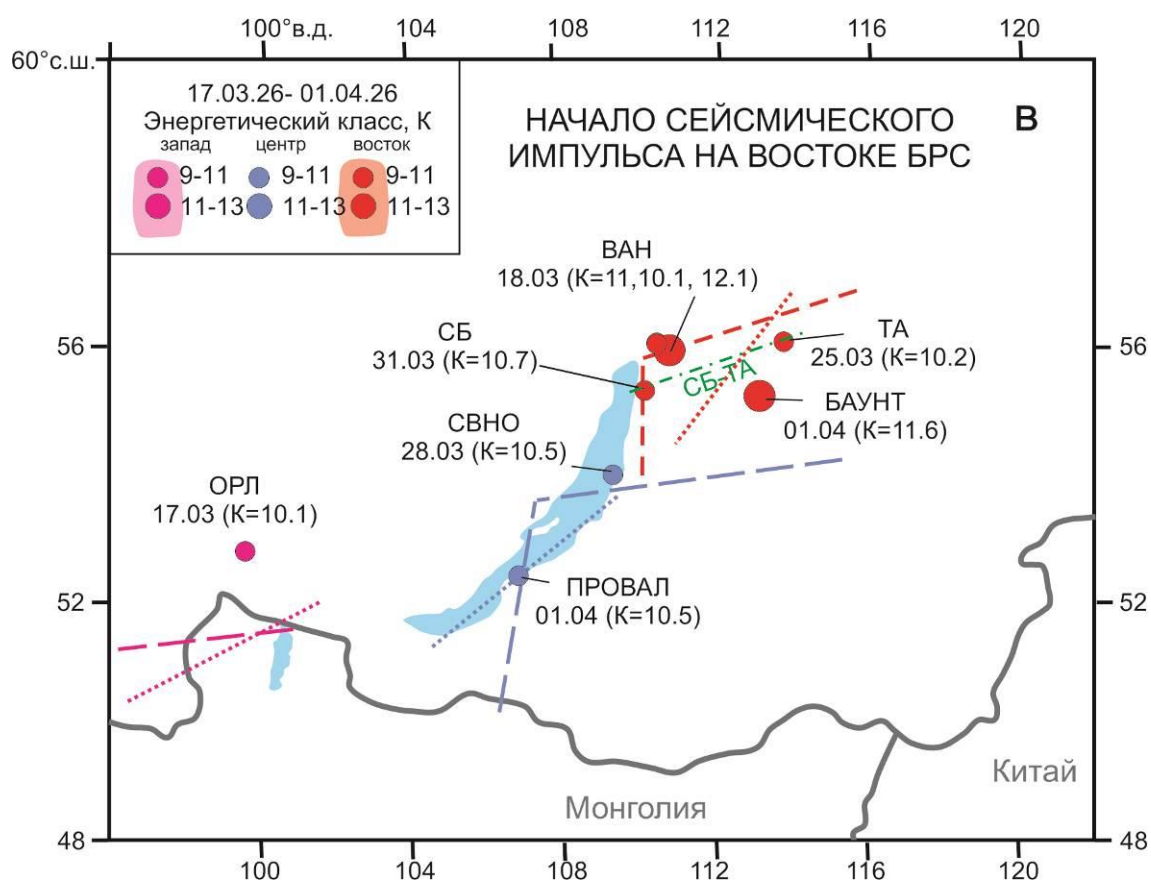
г. продольное вращение в БРС, которое обеспечивало одновременное открытие озерных впадин Южного Байкала и Хубсугула. Вращательное движение фокусировалось на эпицентрах сильных землетрясений центра и запада БРС: Кударинского (10 декабря 2020 г.) и Хубсугульского (12 января 2021 г.). В конце марта восточный сейсмоактивный отрезок вращения БРС уже не имел привязки к сильным землетрясениям Байкало-Хубсугульской или Северо-Байкальско-Хангайской активизаций. К этому времени возросла сейсмическая активность востока БРС, свидетельствующая о воздействии сил ЯБГК на БРС с востока. В этом состоянии коры завершился предшествующий оперативный анализ записей ОВП подземных вод (Рассказов и др., 2026б).

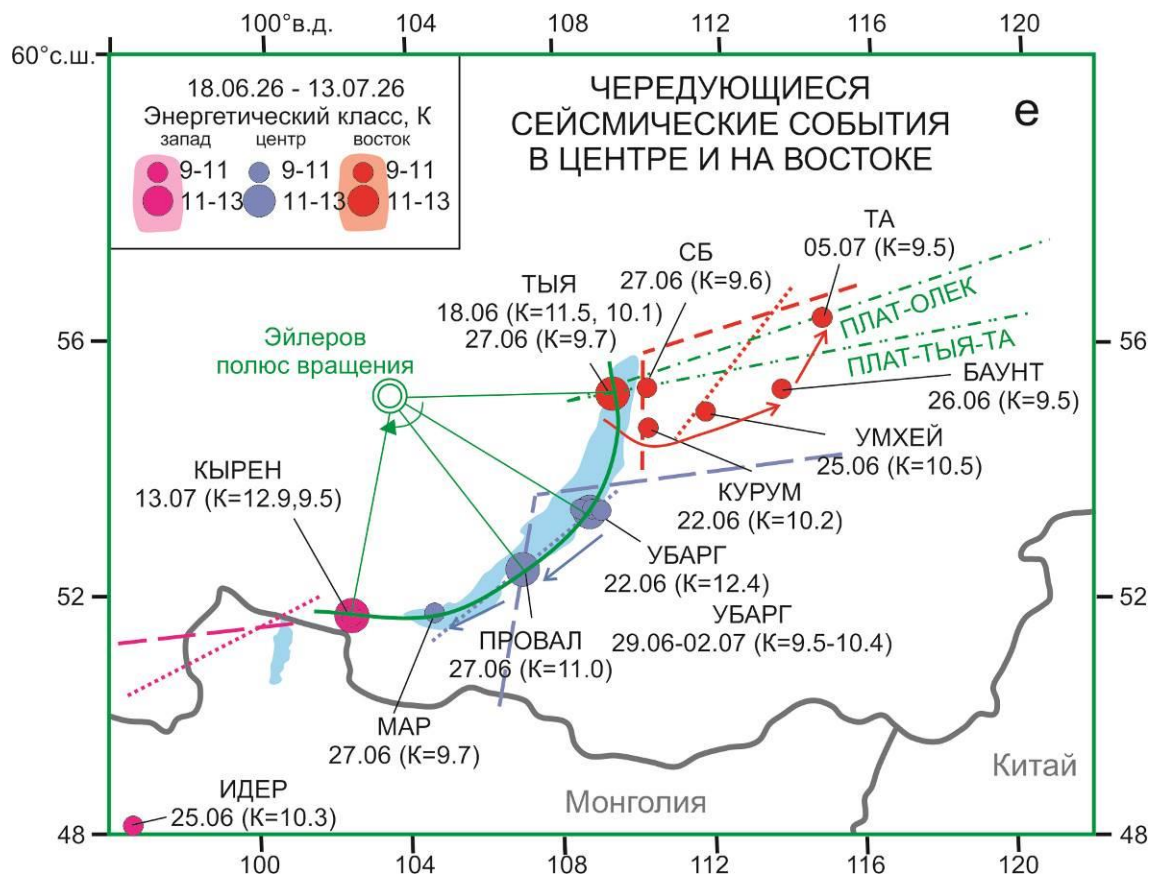
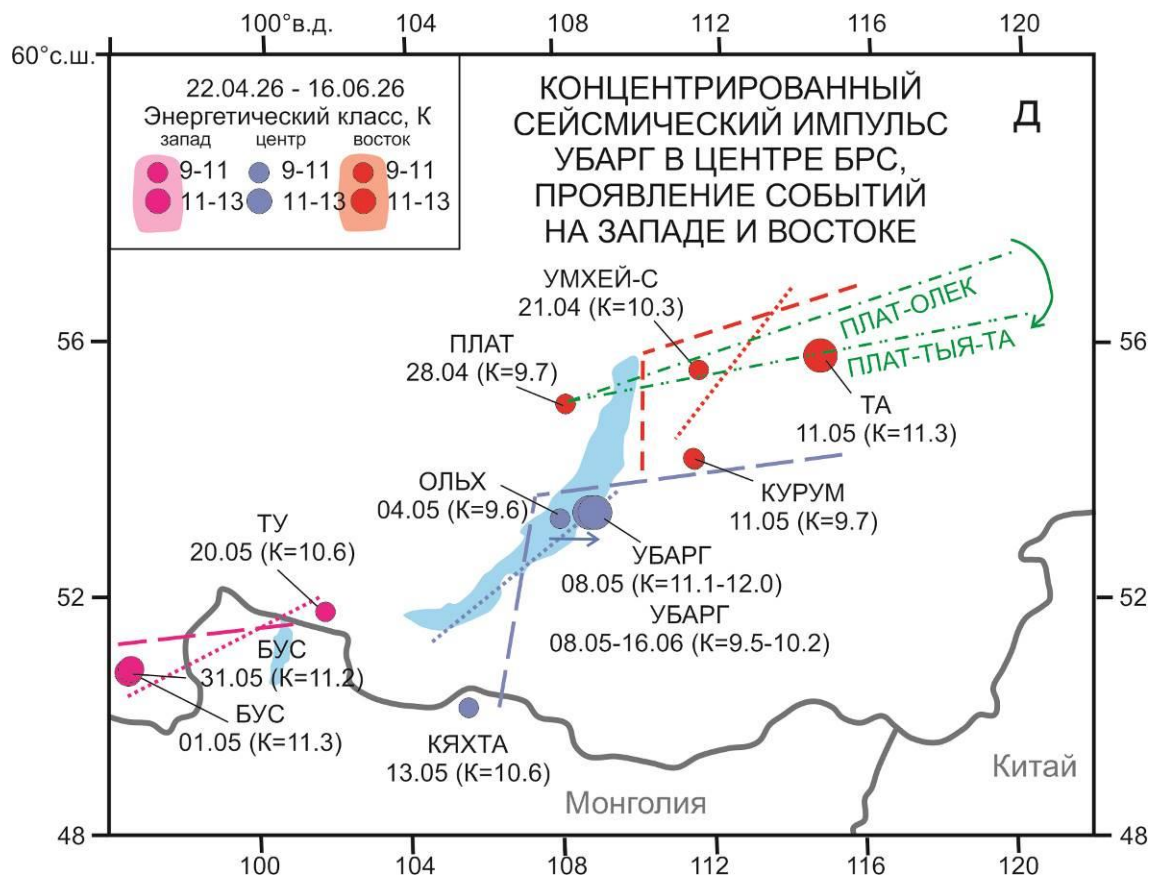
Цель настоящей статьи – дать оценку текущего сейсмогенного состояния земной коры БРС с анализом записей ОВП подземных вод в интервале с 1 апреля до 13 июля 2026 г.

Пространственно-временное распределение землетрясений

На графике временных вариаций энергетического класса (К) землетрясений (рис. 1а) различаются события трех территорий БРС: запада, центра и востока (рис. 1б–д). Первые две территории разделяются по долготе Култукского опорного полигона (104° в.д.). Соответственно, запад БРС включает территорию $96\text{--}104^\circ$ в.д., центр – $104\text{--}110^\circ$ в.д., восток – $110\text{--}122^\circ$ в.д. В анализ вовлекаются землетрясения в полосе $48\text{--}60^\circ$ с.ш. с сайта Байкальского филиала Единой геофизической службы России (Карта..., 2026). Выделяются сейсмический импульс МА (март-апрель) на востоке БРС, сейсмический импульс АИ (апрель-июнь) в центре и более короткие (недельные) импульсы второй половины июня – начала июля.







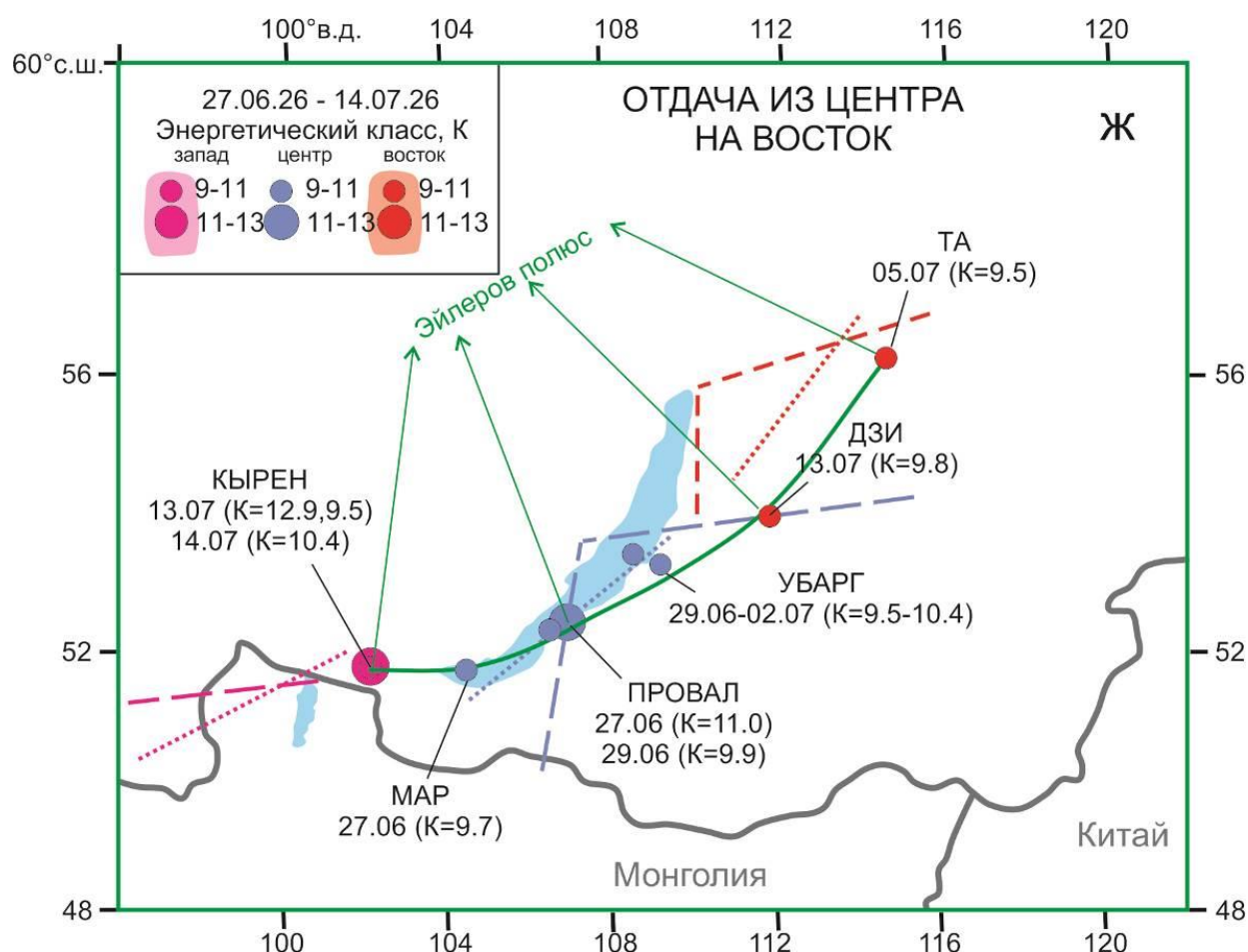


Рис. 1. График временного изменения энергетического класса (K) землетрясений БРС с 10 февраля до 13 июля 2026 г. (а) и схемы пространственного распределения эпицентров землетрясений БРС: 01.02–13.03.2026 (б), 17.03–01.04.2026 (в), 03.04–28.04.2026 (г), 22.04.–16.06.2026 (д), 18.06.–13.07.2026 (е) и 27.06–14.07.2026 (ж). По пространственно-временному распределению землетрясений запада, центра и востока БРС различаются тренды и сейсмические импульсы на востоке БРС (март-апрель, МА) и в центре (апрель-июнь, АИ) с выходом на сопряженные события центра и востока 18.06.–02.07.2026. Обозначения локальных землетрясений показаны на рисунках ОВП-записей (см. далее). КЫРЕН – Кыренское землетрясение (K=12.9) 13 июля, ДЗИ – Дзилинда Витимская. На панелях б–е пространственное распределение землетрясений показано в прямоугольных координатах. На панели е положение эйлерова полюса вращения показано схематически.

Fig. 1. Graph of the temporal change in the energy class (K) of BRS earthquakes from February 10 to July 13, 2026 and spatial distribution patterns of earthquake epicenters in the BRS: 01.02–13.03.2026 (б), 17.03–01.04.2026 (в), 03.04–28.04.2026 (г) and 22.04.–16.06.2026 (д), 18.06.–13.07.2026 (е), and 27.06–14.07.2026 (ж). From the spatial-temporal distribution of earthquakes in the west, center, and east of the BRS, trends and seismic impulses differ in the east of the BRS (March-April, MA) and in the center (April-June, AJ) with a transition to the coupled events of the center and east from 18.06.2026 to 02.07.2026. Designations of local earthquakes are shown on figures of ORP records (see further). КЫРЕН – Kyren earthquake (K=12.9), July 13, ДЗИ – earthquake Dzilinda Vitimskaya (K=9.8), July 13. In panels б–е the spatial distribution of earthquakes is shown in rectangular coordinates. In panel е the position of the Euler rotation pole is shown schematically.

С 10 февраля до 16 марта 2026 г. наблюдается слабая сейсмическая активность по всей протяженности БРС (K=10 и меньше). Сейсмический импульс МА востока БРС начинается серией землетрясений 17 марта от K=9.8

до K=12.4. Этот сейсмический импульс длится больше месяца и завершается двумя событиями: 19 апреля (K=11.2) и 20 апреля (K=10.3). Во время импульса МА востока БРС землетрясения ее центра и запада не

превышают $K=10.5$. В середине импульса МА реализуются события кластера УМХЕЙ (девять землетрясений с $K=9.6-11.1$).

Угасание сейсмического импульса МА востока БРС приводит к перестройке 21–25 апреля, после которой начинается сейсмический импульс АИ ее центра. За слабым начальным событием 28 апреля ($K=9.7$) следуют четыре события 04–08 мая в кластере УБАРГ с выходом на повышенный энергетический класс ($K=12.0$). В дальнейшем энергетический класс землетрясений снижается.

Во время сейсмического импульса АИ центра 11 мая происходят два землетрясения востока: Курумканское (КУРУМ, $K=9.7$) и Таксимо (ТА, $K=11.3$) и три землетрясения запада с K в интервале от 10.5 до 11.3. В режиме усиления сейсмичности центра БРС проявляются землетрясения повышенного энергетического класса ($K=11.3$) сначала – на западе, затем – на востоке.

Импульсы отражаются в пространственном распределении землетрясений (рис. 1б–д). После упорядоченного углового распределения января 2026 г. и упорядоченного линейного распределения слабых землетрясений на западе, в центре и востоке БРС 01 февраля – 13 марта 2026 г. (рис. 1б) сейсмичность перестраивается.

17 марта – 01 апреля 2026 г.: сейсмичность усиливается на востоке БРС. С 13 по 17 марта сейсмичность вновь перестраивается. Вечером 17 марта происходит слабое Орликское землетрясение запада БРС (ОРЛ, $K=10.1$), а в ночь на 18 марта – еще четыре землетрясения в Верхне-Ангарском кластере (ВАН), в том числе событие $K=12.1$. После недельного перерыва реализуется слабое сейсмическое событие в кластере Таксимо (ТА, $K=10.2$). Землетрясения востока БРС частично находятся на линиях январского сейсмического угла, а частично распространяются от этого угла к оси ЯБГК (рис. 1в).

03–28 апреля землетрясения востока выстраиваются в линию от эпицентра платформенного события (ПЛАТ) до Олекминского (ОЛЕК). В центре и на западе происходят слыбые землетрясения (рис. 1г).

22–28 апреля сейсмичность начинает меняться, а 04 мая происходит слабое Ольхонское землетрясение (ОЛЬХ) во внутренней части сейсмического угла центра БРС, за

которым выстраивается серия землетрясений центра, сконцентрированных в Усть-Баргузинском кластере (УБАРГ). Этот кластер продвинул от эпицентра землетрясения ОЛЬХ вдоль субширотной ветви угла центра к востоку. На востоке БРС землетрясения по-прежнему рассредоточены. Намечается вращение эпицентральной линии ПЛАТ-ТА относительно линии ПЛАТ-ОЛЕК (рис. 1д).

18–27 июня просматривается миграция эпицентров востока, от события ТЫЯ 18 июня до события БАУНТ 26 июня и далее до события ТА 05 июля, а также центра, от кластера УБАРГ 22 июня к событию ПРОВАЛ 27 июня и далее к событию Маритуй (МАР) также 27 июня. В конце июня и начале июля вновь активизируется кластер УБАРГ на Среднем Байкале. Затем сейсмичность снижается, происходит перестройка с выходом на Кыренское землетрясение 13 июля (КЫРЕН, $K=12.9$). С 27 июня (ПРОВАЛ) до 13 июля (КЫРЕН) в центре и на западе (Тункинская долина) устанавливается устойчивое положение эпицентров землетрясений. В интервале с 27 июня до 14 июля землетрясения распределяются по дуге, продвинутой на восток (рис. 1ж).

В целом выявляется чередование сейсмических импульсов востока и центра БРС: продолжительных в марте – первой половине июня (МА и АИ) и менее продолжительных во второй половине июня – начале июля (рис. 1а). На востоке землетрясения рассеиваются, в центре – концентрируются в Усть-Баргузинском кластере (УБАРГ). В течение 6 месяцев (с начала февраля) энергетический класс землетрясений запада БРС последовательно возрастает и 13 июля проявляется Кыренское событие. На последнем временном отрезке (18 июня – 13 июля) землетрясения повышенного энергетического класса ($K=11.0-12.9$) образуют дугу ТЫЯ-УБАРГ-ПРОВАЛ-КЫРЕН (рис. 1е), для которой определяется близкий эйлеров полюс вращения. Землетрясения повышенной силы проявляются в осевых впадинах БРС. Такое состояние, однако, неустойчиво. В интервале 27 июня–14 июля следует отдача со смещением землетрясений

на восток и образованием нового полюса Эйлера.

Условия установки сенсоров и методика обработки записей ОВП

Записи ОВП анализируются с недельным шагом, поскольку во время сильной Байкало-Хубсугульской сейсмической активизации перед сильными землетрясениями были выявлены регулярные недельные вариации гидрогеохимических параметров подземных вод, продолжавшиеся на протяжении первых месяцев (Рассказов и др., 2025). Действие сейсмогенерирующих сил растяжения и сжатия в земной коре отслеживается по косейсмическому изменению ОВП в режиме реального времени. Выявляются связи землетрясений, происходящих в разных частях БРС, с эпизодами согласованных вариаций ОВП подземных вод станций, связанных либо с проявлением сжатия в краевом Обручевском разломе Южно-Байкальской впадины БРС и одновременной компенсацией растяжения под Култукской тектонической ступенью (в оси БРС), либо с проявлением растяжения в Обручевском разломе при одновременном усилении растяжения под Култукской тектонической ступенью.

Регулярно проводятся сильные прокачки скважины ст. 9 и более слабые прокачки ст. 184. Разница в прокачках скважин отражается в разных диапазонах вариаций температуры подземных вод. Графики ОВП совмещаются во времени с графиками температуры, которая во время прокачки подземных вод скважин может меняться, либо оставаться стабильной. Графики температурных вариаций рассматриваются как

дополнительная характеристика, полезная для корректной интерпретации записей ОВП.

Оперативное отслеживание изменений ОВП направлено на оценку сейсмогенных деформаций земной коры. Вариации рН подземных вод не рассматриваются, поскольку выяснение причин кислотно-щелочных переходов подземных вод требует специального анализа данных, выходящего за рамки решаемой задачи.

Анализ мониторинговых рядов ОВП в соотношении с землетрясениями

01 – 07 апреля: магнитная буря и активность Умхейского кластера землетрясений на востоке БРС

Записи ОВП подземных вод временного интервала 01–07 апреля начинаются с Баунтовского землетрясения (БАУНТ) повышенного энергетического класса ($K=11.6$) на востоке БРС. С 03 по 07 апреля идет серия землетрясений кластера УМХЕЙ. Этой серии предшествует согласованный подъем и снижение ОВП подземных вод станций 9 и 184, с которым совпадает по времени магнитная буря. Возможно, магнитная буря провоцирует начало серии землетрясений кластера (рис. 2).

ОВП подземных вод ст. 9 реагирует в ходе проявления серии кластера переходом от сглаженной нисходящей линии к ее резкому подъему, совпадающему с событием повышенного энергетического класса ($K=11.1$) 05 апреля в 10:31. ОВП ст. 184 имеет малоамплитудные вариации, которые в ходе реализации серии кластера становятся более амплитудными.

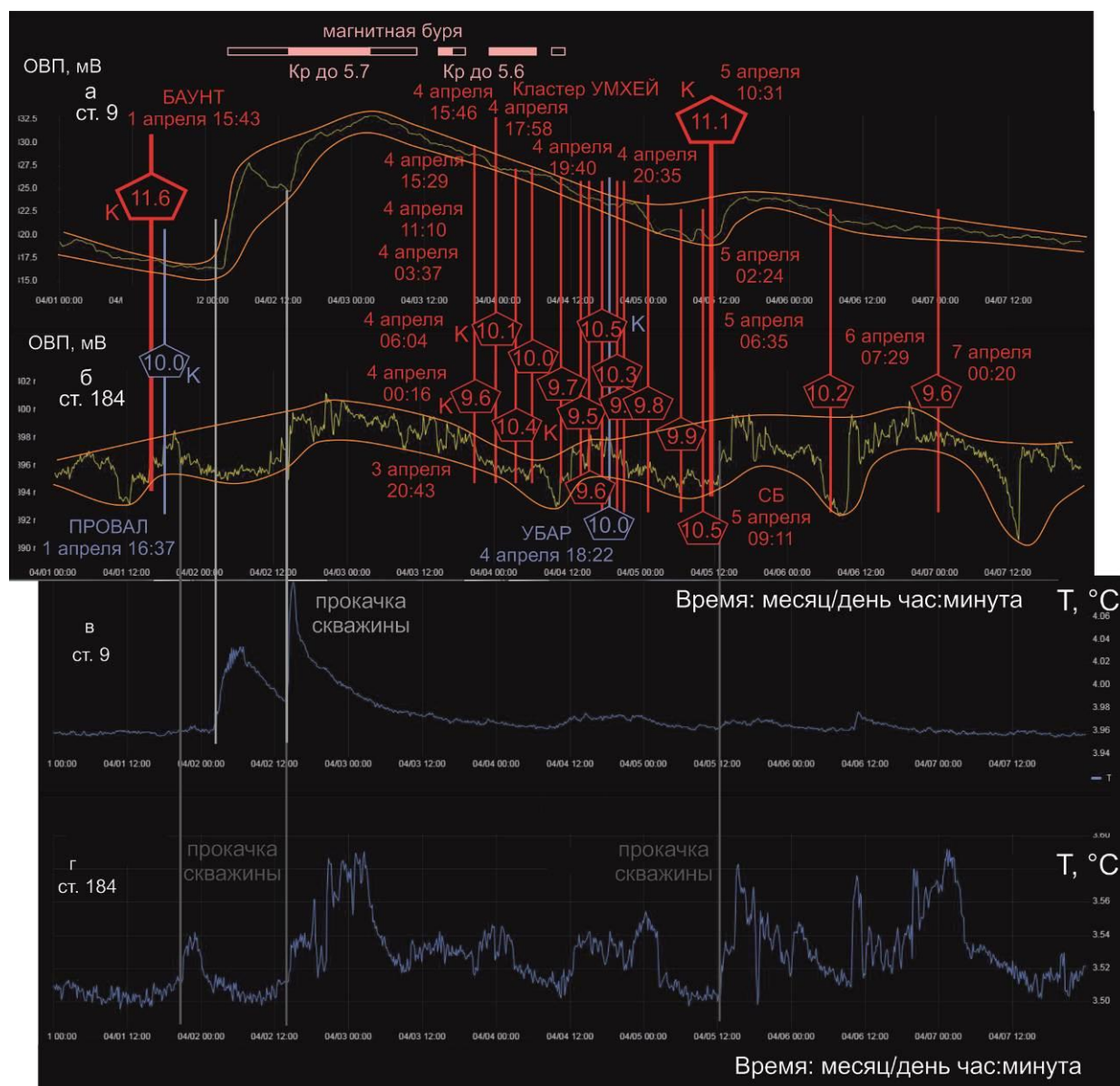


Рис. 2. Диаграммы вариаций ОВП 01–07 апреля 2026 г. в подземных водах ст. 9 (а) и ст. 184 (б) в сопоставлении с вариациями температуры в подземных водах этих же станций (в, г). Здесь и далее информация по землетрясениям БРС приводится по местному времени с корректировкой относительно данных сайта (Карта..., 2025). УБАР – событие Усть-Баргузинского эпицентрального кластера землетрясений, СБ – отдельное событие Северо-Байкальского эпицентра землетрясений.

Fig. 2. Diagrams of ORP variations in April 1–7, 2026, in groundwater at station 9 (a) and station 184 (б) in comparison with temperature variations in groundwater at the same stations (в, г). From here on, information on BRS earthquakes is given in local time, adjusted relative to the website data (Map..., 2025). УБАР – event of the Ust-Barguzin epicentral earthquake cluster, СБ – single event of the North-Baikal earthquake epicenter.

08 – 14 апреля: слабые землетрясения по всей протяженности БРС, ледовый удар на оз. Байкал

Происходят слабые сейсмические события: Максимихинское (МАКС), Умхейское (запоздалое землетрясение кластера

УМХЕЙ), Бусийнгольское (БУС) и Таксимо (ТА). В записях ст. 9 13 апреля наблюдается глубокий минимум – снижение ОВП от 322 до 250 мВ (рис. 3). Этот одиночный минимум – результат разрушения льда оз. Байкал. Слабые землетрясения 10 апреля (УМХЕЙ) и 11

апреля (БУС) сопровождаются слабым возмущением магнитосферы.

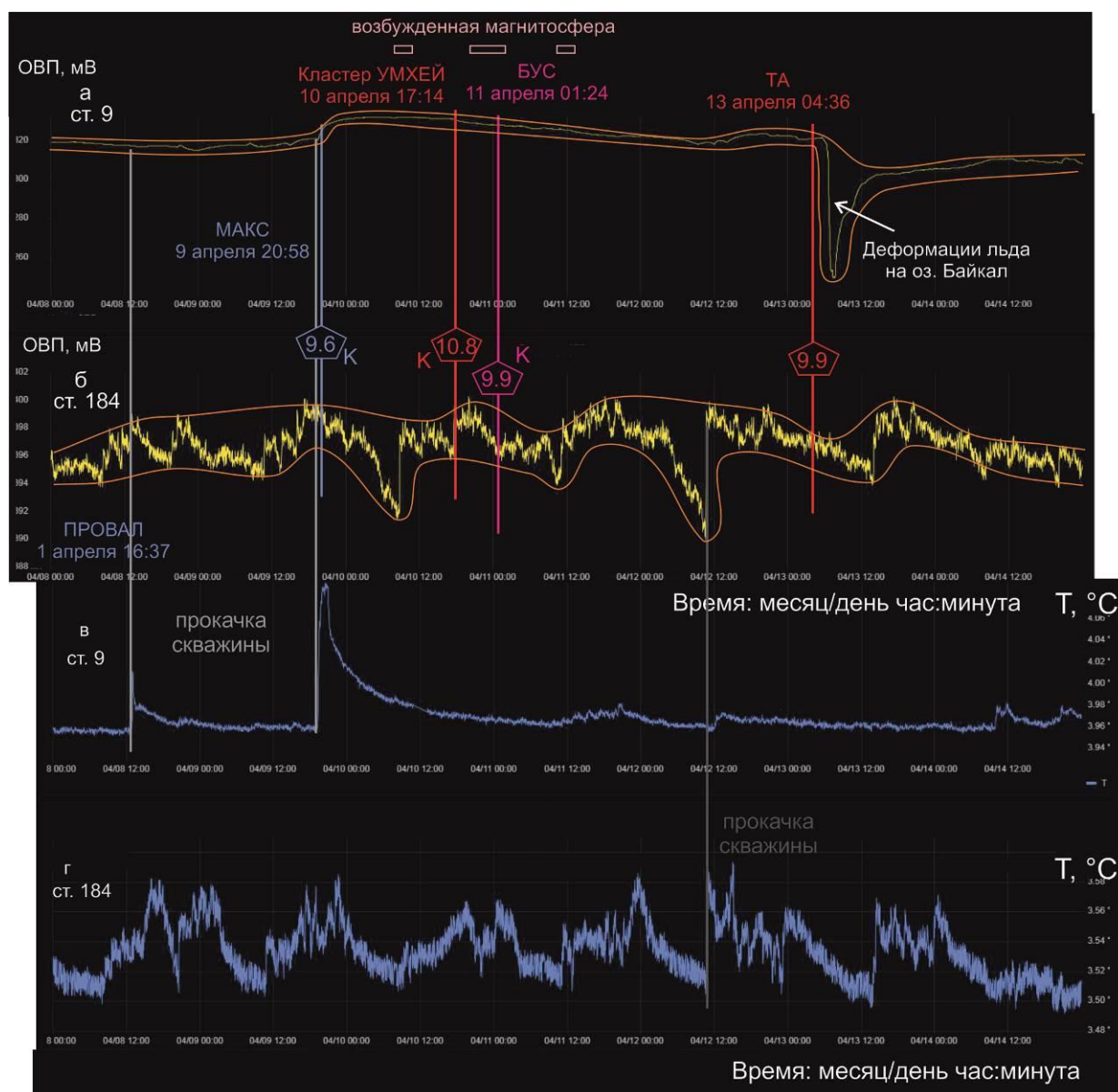


Рис. 3. Диаграммы вариаций ОВП 08–14 апреля 2026 г. в подземных водах ст. 9 (а) и ст. 184 (б) в сопоставлении с вариациями температуры в подземных водах этих же станций (в, г). БУС – событие Бусийногольского эпицентрального кластера землетрясений; ТА – Таксимо.

Fig. 3. Diagrams of ORP variations on April 08–14 in groundwater of station 9 (a) and station 184 (b) in comparison with temperature variations in groundwater of the same stations (в, г). БУС – Busiinogol epicentral earthquake cluster event; ТА – Taximo.

15 – 21 апреля: за магнитной бурей следуют два землетрясения на востоке БРС, которым соответствуют согласованные минимумы ОВП подземных вод

Магнитная буря 18–19 апреля заканчивается Олекминским землетрясением (ОЛЕК) повышенного энергетического класса ($K=11.2$), которому соответствует глубокий

минимум ОВП подземных вод ст. 184 на Култукской тектонической ступени осевой части БРС. Одновременно с глубоким минимумом ОВП ст. 184 намечается минимум ОВП ст. 9 в Обручевском разломе. Следующее более слабое землетрясение ($K=10.2$) реализуется 21 апреля в Умхейском эпицентральной поле. Оно сопровождается отчетливым

минимумом ОВП ст. 9 в Обручевском разломе и одновременным минимумом ОВП ст.

184 Култукской тектонической ступени (рис. 4).

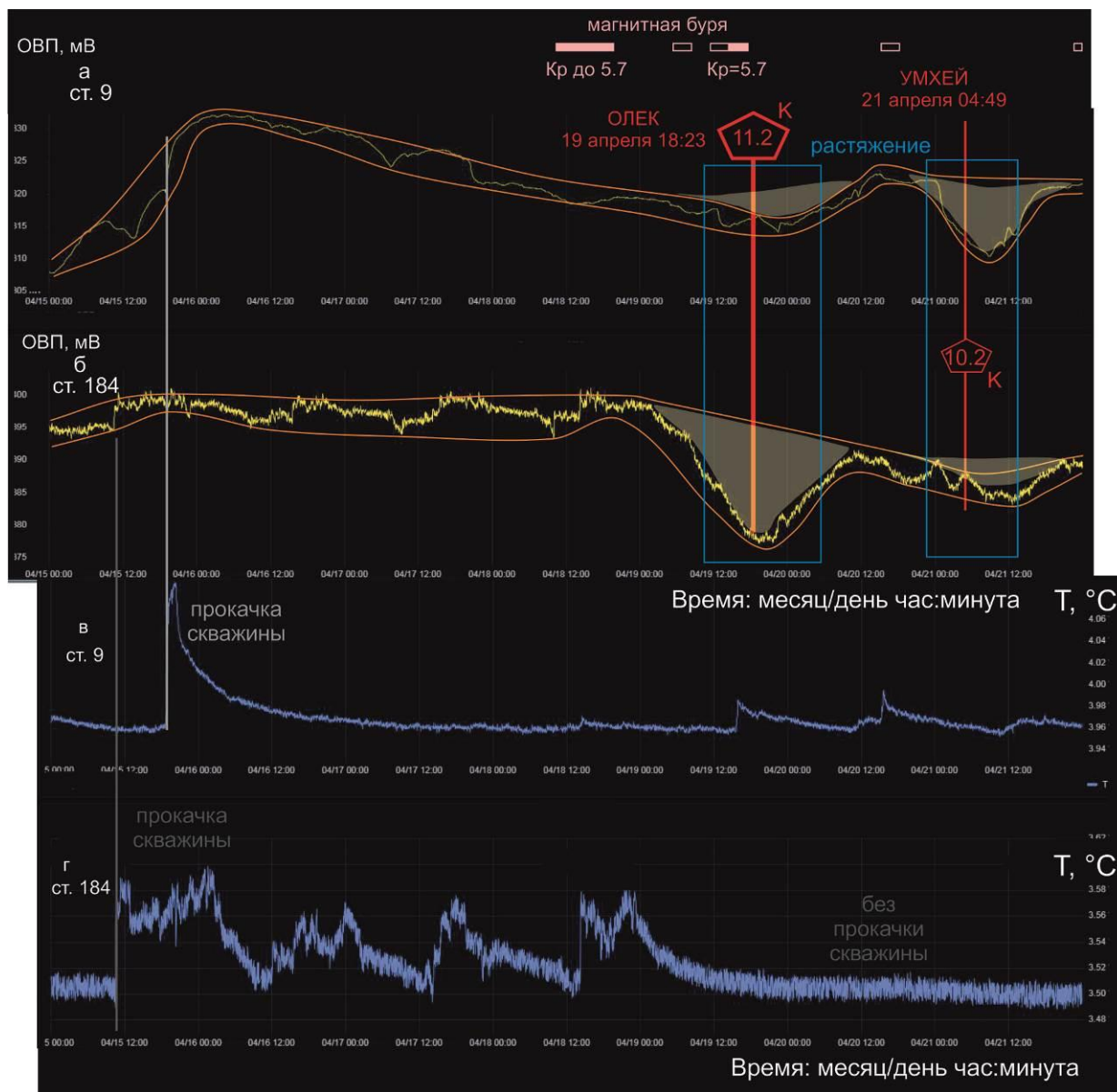


Рис. 4. Диаграммы вариаций ОВП 15–21 апреля 2026 г. в подземных водах ст. 9 (а) и ст. 184 (б) в сопоставлении с вариациями температуры в подземных водах этих же станций (в, г). ОЛЕК – Олекминское землетрясение.

Fig. 4. Diagrams of ORP variations on April 15–21, 2026, in groundwater at station 9 (a) and station 184 (б) in comparison with temperature variations in groundwater at the same stations (в, г).

22 – 28 апреля: проявление Платформенного землетрясения с минимумом ОВП в подземных водах ст. 9

Платформенное землетрясение (ПЛАТ) реализуется сразу после перестройки сейсмичности. Его эпицентр продвинул к западу относительно субширотного отрезка восточной части БРС. Оно реализуется в конце

недели и фактически обозначает перераспределение сейсмичности с востока в центр БРС. В записях ОВП ст. 9 образуется минимум (определяются условия растяжения в Обручевском разломе), тогда как ОВП подземных вод ст. 184 непосредственно во время землетрясения выходит из минимума (растяжение под Култукской тектонической ступенью нивелируется) (рис. 5).

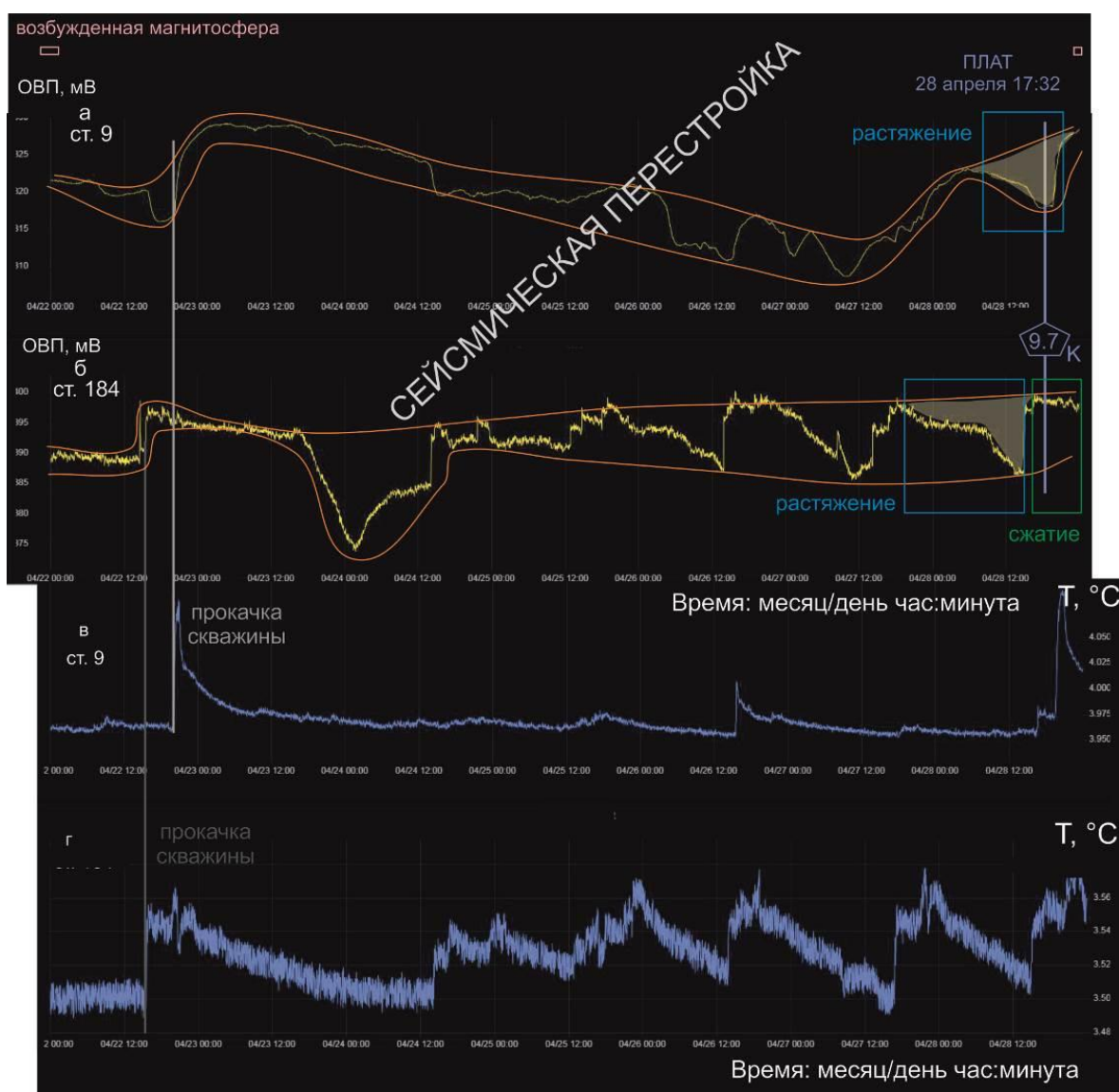


Рис. 5. Диаграммы вариаций ОВП 22–28 апреля 2026 г. в подземных водах ст. 9 (а) и ст. 184 (б) в сопоставлении с вариациями температуры в подземных водах этих же станций (в, г). ПЛАТ – Платформенное землетрясение.

Fig. 5. Diagrams of ORP variations on January 22–28, 2026, in groundwater at station 9 (a) and station 184 (б) in comparison with temperature variations in groundwater at the same stations (в, г).

29 апреля – 05 мая: землетрясение повышенного энергетического класса на западе БРС

Бусийнгольского землетрясения (БУС) повышенного энергетического класса ($K=11.3$) на западе БРС (рис. 6).

Перестройка сейсмичности предшествующей недели приводит к проявлению 1 мая

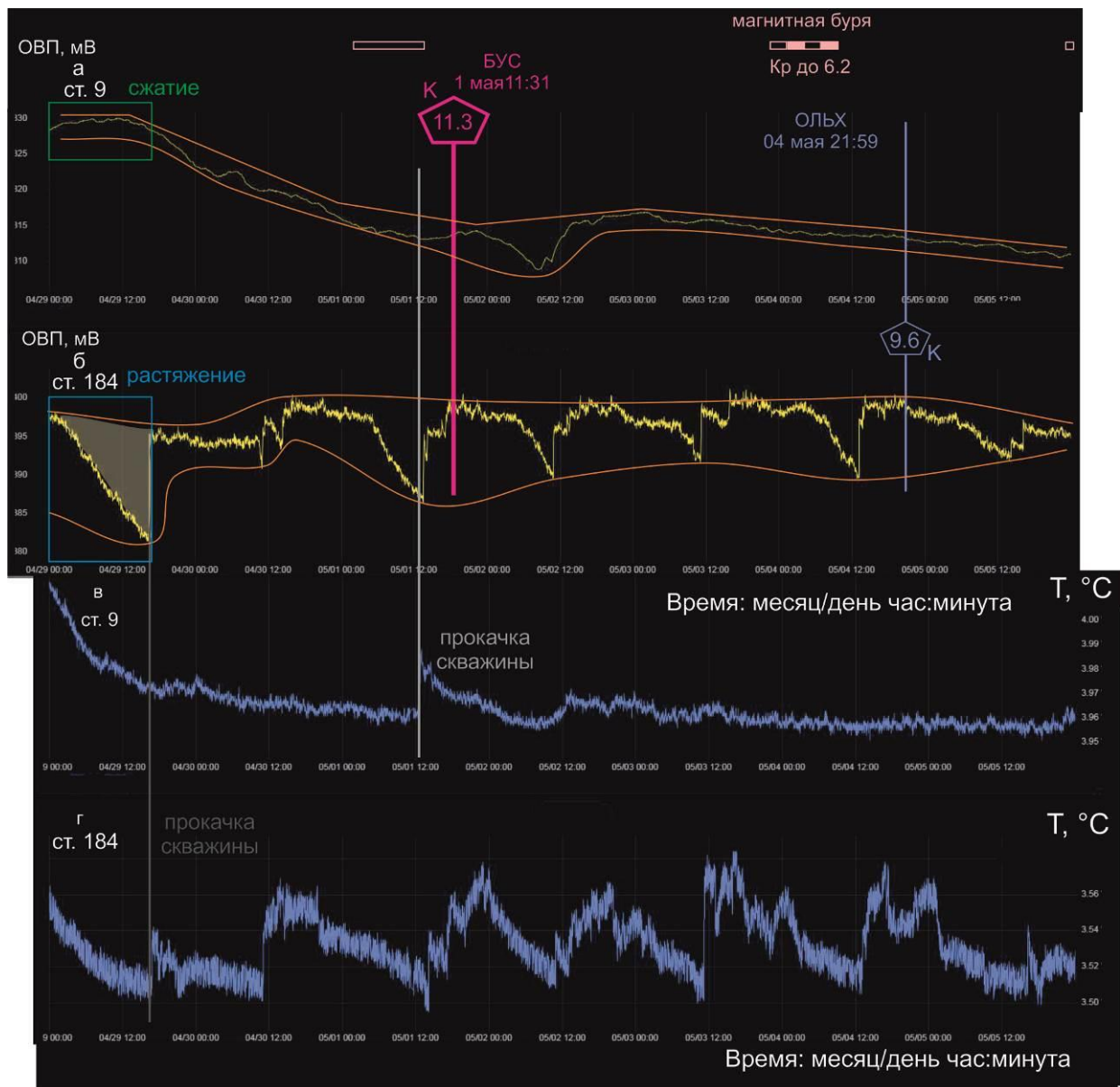


Рис. 6. Диаграммы вариаций ОВП 29 апреля – 04 мая 2026 г. в подземных водах ст. 9 (а) и ст. 184 (б) в сопоставлении с вариациями температуры в подземных водах этих же станций (в, г).

Fig. 6. Diagrams of ORP variations from April 29 to May 4, 2026, in groundwater at station 9 (a) and station 184 (б) in comparison with temperature variations in groundwater at the same stations (в, г).

06 – 12 мая: серия трех землетрясений повышенного энергетического класса на Среднем Байкале и отклик землетрясения Таксимо

08 мая активизируется Усть-Баргузинский кластер, в котором концентрируется вся энергия сейсмического импульса АИ центра БРС (см. рис. 1а,д). Три землетрясения следуют после глубокого минимума ст. 184 (растяжение под Култукской ступенью), сменяющегося выходом в фоновый режим

(нивелирование растяжения). Записи ОВП ст. 9 и 184 соответствуют сжатию коры.

В записях ст. 9 значения ОВП снижаются и проявляется глубокий минимум 11 мая, который сопровождает землетрясение Таксимо (ТА) с повышенным энергетическим классом (наблюдается смена растяжения сжатием в Обручевском разломе). На ст. 184 в это время регистрируется фоновый режим, свидетельствующий о нивелировании растяжения под Култукской ступенью (рис. 7).

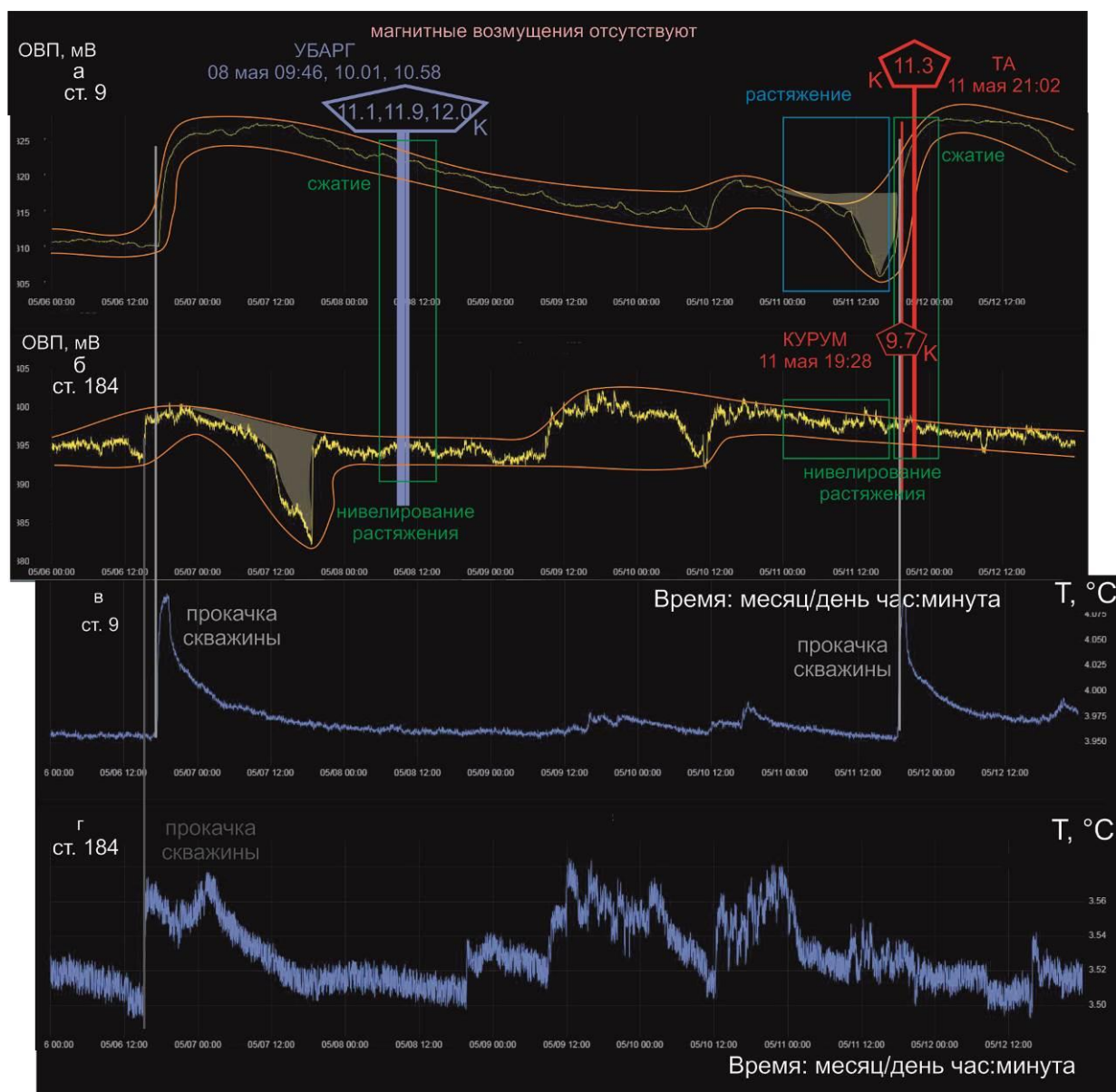


Рис. 7. Диаграммы вариаций ОВП 06–12 мая 2026 г. в подземных водах ст. 9 (а) и ст. 184 (б) в сопоставлении с вариациями температуры в подземных водах этих же станций (в, г).

Fig. 7. Diagrams of ORP variations on May 06–12, 2026 in groundwater of station 9 (a) and station 184 (b) in comparison with temperature variations in groundwater of the same stations (в, г).

13 – 19 мая: слабые землетрясения в центре БРС, отклонение от эпицентральной линии Кяхтинского землетрясения

В начале недели реализуется землетрясение в районе Кяхты, в конце недели – два землетрясения в объединенном кластере Ольхона – устья Баргузина (ОЛЬХ, УБАРГ), маркирующем активность субширотной

Ямбуйской зоны транстенсии (Рассказов и др., 2023б). Кяхтинскому землетрясению 13 мая соответствуют записи ОВП, свидетельствующие о сочетании сжатия и растяжения коры на Култукском полигоне. Начальное землетрясение (УБАРГ) представлено в записях ОВП условиями сжатия, последующее землетрясение (ОЛЬХ) – сочетанием сжатия и растяжения (рис. 8).

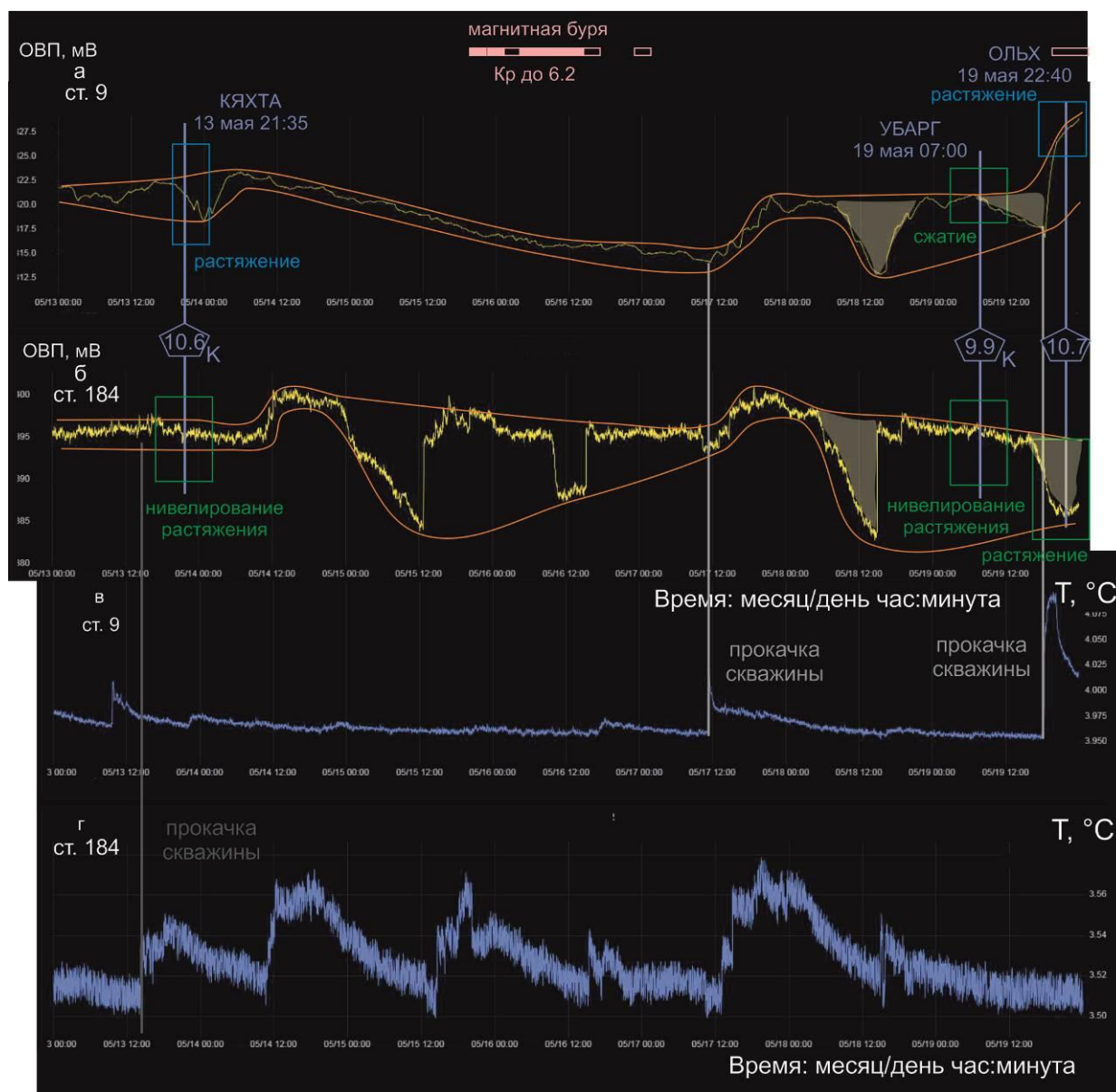


Рис. 8. Диаграммы вариаций ОВП 13–19 мая 2026 г. в подземных водах ст. 9 (а) и ст. 184 (б) в сопоставлении с вариациями температуры в подземных водах этих же станций (в, г).

Fig. 8. Diagrams of ORP variations on May 13–19, 2026 in groundwater of station 9 (a) and station 184 (b) in comparison with temperature variations in groundwater of the same stations (v, z).

20 – 26 мая: единственное слабое землетрясение ($K=10.6$) на западе БРС

После сейсмических событий прошедшей недели, сосредоточенных в центре БРС, в начале этой недели реализуется слабое землетрясение на западе, в Тункинской долине (ТУ). В записях ОВП ст. 184 перед этим

землетрясением наблюдается резкий одновременный подъем температуры и ОВП с выходом ОВП на плато (растяжение под Култукской ступенью нивелируется). На ст. 9 ОВП во время землетрясения имеет повышенные значения, т.е. соответствует состоянию сжатия в Обручевском разломе (рис. 9).

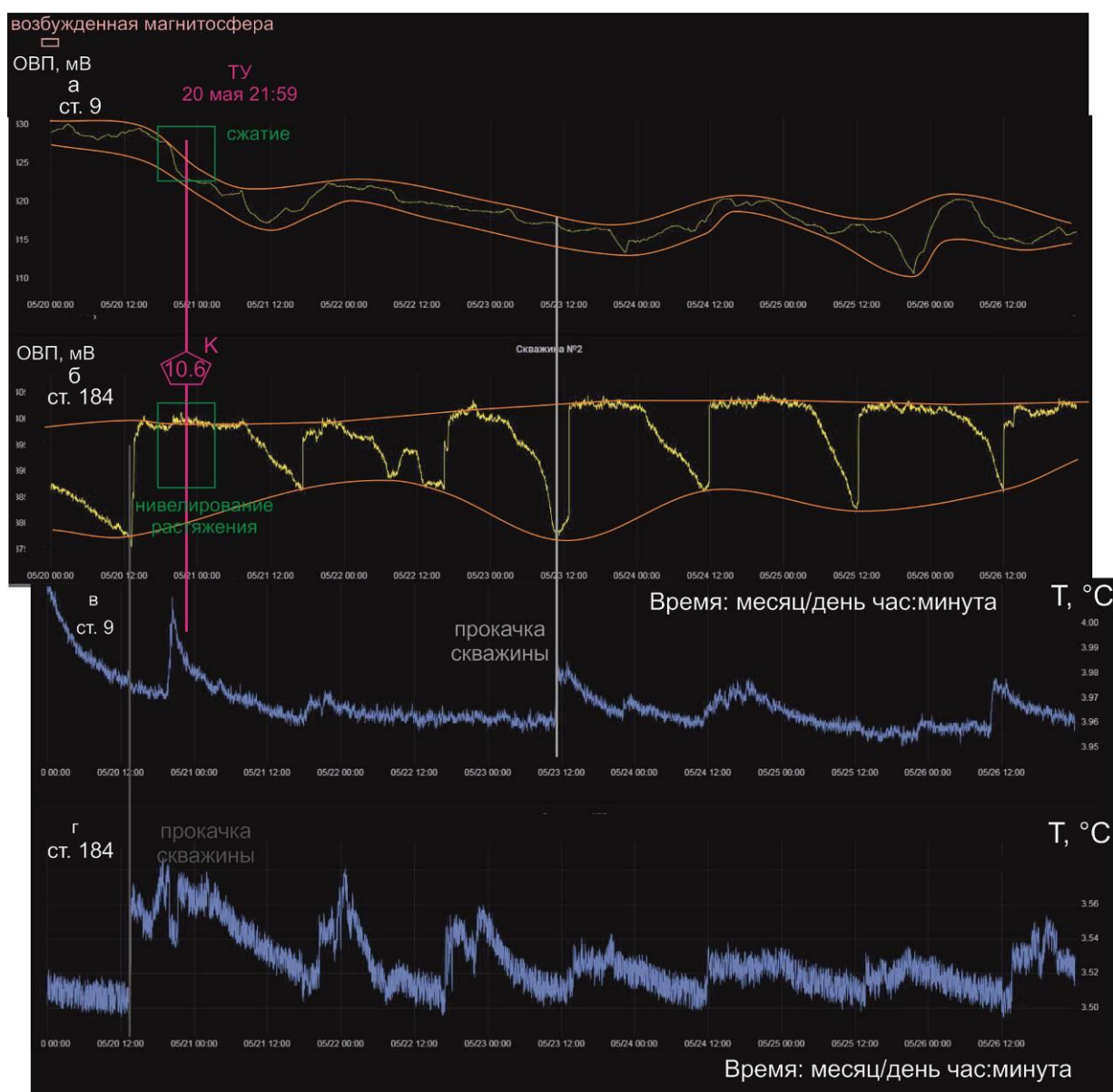


Рис. 9. Диаграммы вариаций ОВП 20–26 мая 2026 г. в подземных водах ст. 9 (а) и ст. 184 (б) в сопоставлении с вариациями температуры в подземных водах этих же станций (в, г).

Fig. 9. Diagrams of ORP variations on May 20–26, 2026 in groundwater of station 9 (a) and station 184 (b) in comparison with temperature variations in groundwater of the same stations (v, z).

27 мая – 02 июня: одиночное землетрясение повышенного энергетического класса ($K=11.2$) на западе БРС

Уже вторую неделю в центре и на востоке БРС землетрясения отсутствуют. При этом на западе реализуется Бусингольское

землетрясение (БУС) с повышенным энергетическим классом. И в записях прошлой недели, и в текущих записях наблюдаются проявления землетрясений в условиях сжатия коры (рис. 10).

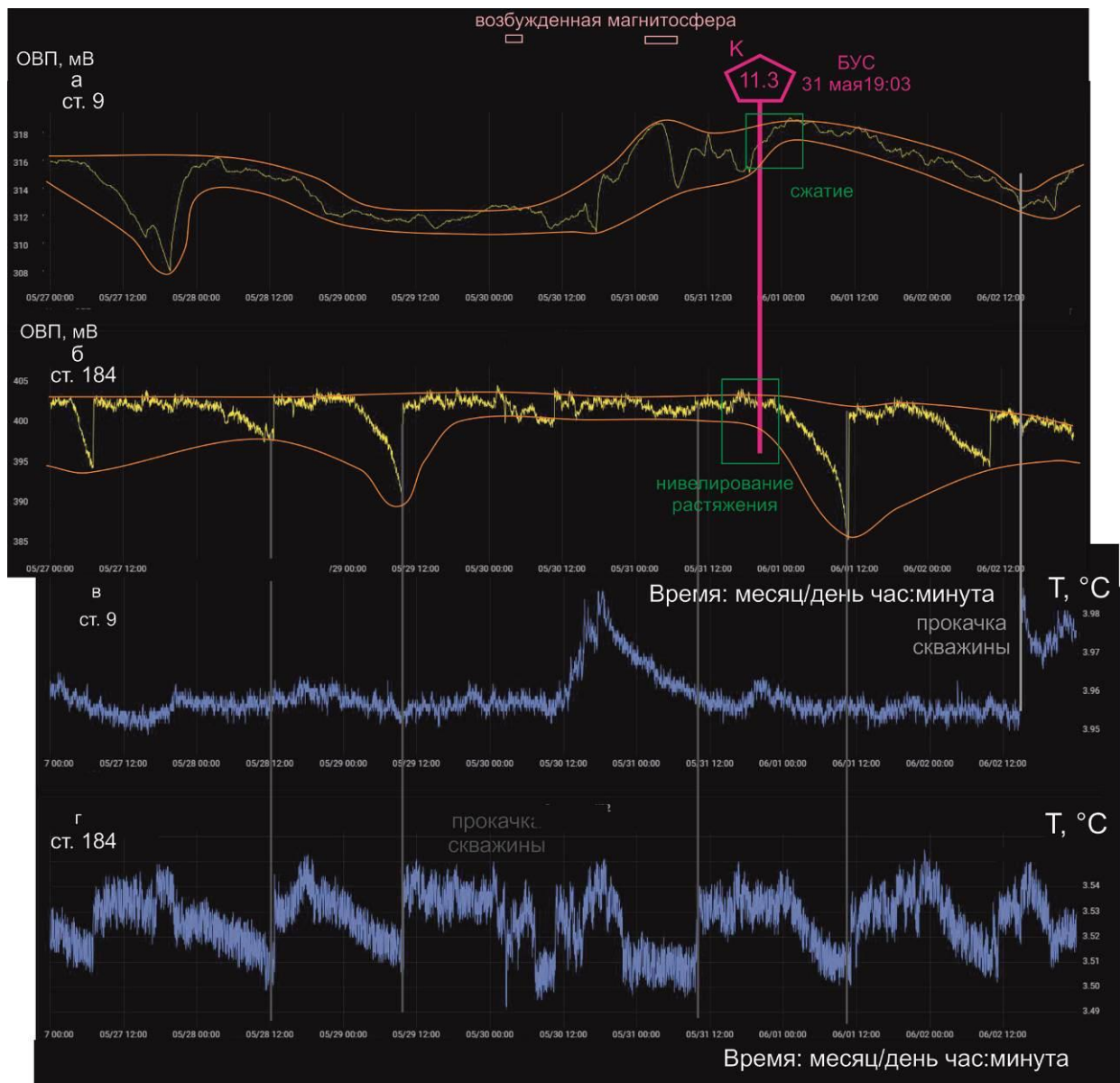


Рис. 10. Диаграммы вариаций ОВП 27 мая – 02 июня 2026 г. в подземных водах ст. 9 (а) и ст. 184 (б) в сопоставлении с вариациями температуры в подземных водах этих же станций (в, г).

Fig. 10. Diagrams of ORP variations on May 27 – June 02, 2026 in groundwater of station 9 (a) and station 184 (б) in comparison with temperature variations in groundwater of the same stations (в, г).

03 – 09 июня: *сдвоенные слабые землетрясения ($K=10.2-9.9$) в центре БРС*

Землетрясения отсутствуют в центре и на востоке почти всю третью неделю, но ближе

к ее концу происходят слабые сейсмические события в кластере УБАРГ (центр). По записям этого времени определяется косейсмическое сжатие коры (рис. 11).

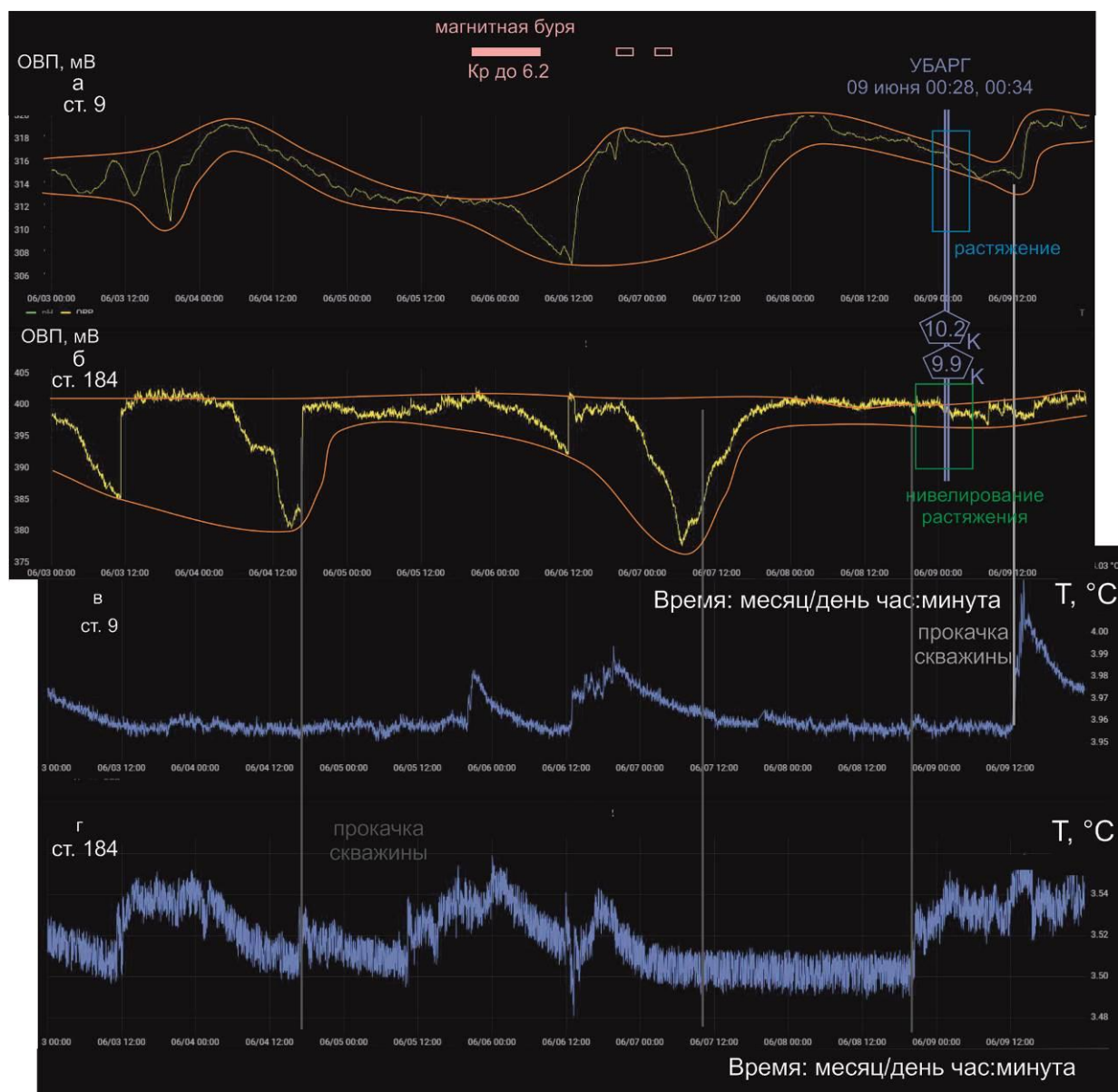


Рис. 11. Диаграммы вариаций ОВП 03–09 июня 2026 г. в подземных водах ст. 9 (а) и ст. 184 (б) в сопоставлении с вариациями температуры в подземных водах этих же станций (в, г).

Fig. 11. Diagrams of ORP variations on June 03–09, 2026 in groundwater of station 9 (a) and station 184 (б) in comparison with temperature variations in groundwater of the same stations (в, г).

10–16 июня: одно слабое землетрясение на востоке и три слабых землетрясения в центре БРС

Землетрясению Таксимо (ТА) 11 июня на востоке соответствует сжатие коры, тогда как

Усть-Баргузинскому землетрясению (УБАРГ) 16 июня в центре – переход от растяжения к сжатию (рис. 12).

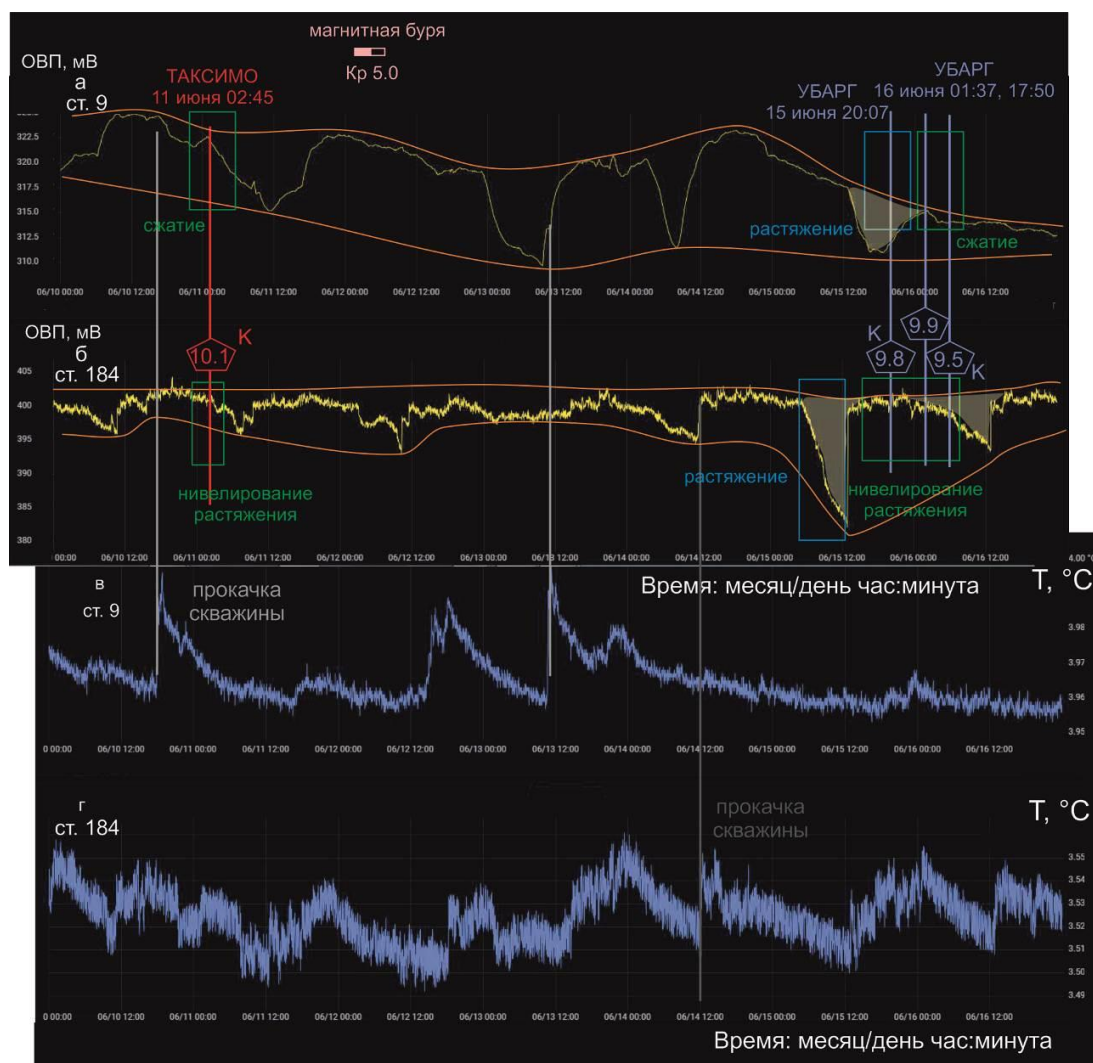


Рис. 12. Диаграммы вариаций ОВП 10–16 июня 2026 г. в подземных водах ст. 9 (а) и ст. 184 (б) в сопоставлении с вариациями температуры в подземных водах этих же станций (в, г).

Fig. 12. Diagrams of ORP variations on June 10–16, 2026 in groundwater of station 9 (a) and station 184 (б) in comparison with temperature variations in groundwater of the same stations (в, г).

17–23 июня: 17 июня устанавливается режим недельных сейсмических импульсов, реализуются землетрясения повышенного энергетического класса сначала – на востоке, затем – в центре БРС

На востоке БРС происходит Тыйское землетрясение (ТЫЯ, $K=11.5$) 18 июня – точно через неделю после землетрясения Таксимо (ТА). В центре БРС следует Усть-Баргузинское землетрясение (УБАРГ, $K=12.4$) 22 июня – точно через неделю после группы землетрясений в кластере УБАРГ. На землетрясение 22 июня УБАРГ центра откликается Курумканское землетрясение востока (КУР, $K=10.2$) (рис. 13).

В записях ОВП ст. 184 (рис. 13б) перед землетрясением ТЫЯ образуется глубокий минимум, но во время этого землетрясения минимум нивелируется (растяжение прекращается). В записях ОВП ст. 9 (рис. 13а) наблюдается перегиб линии от 310 мВ 18 июня в 00:10 с последующим снижением значений до 295 мВ на сдвоенных минимумах в 03:34 и 05:26. Землетрясение ТЫЯ в 00:55 приходится на нисходящую линию через 45 мин. после перегиба. Следовательно, в косейсмических деформациях 18 июня в 00:55 под Култукской тектонической ступенью (ст. 184) растяжение коры нивелируется, а в Обручевском разломе растяжение коры начинается и продолжается до прокачки скважины,

начавшейся 19 июня в 09:02. Непосредственно в момент начала прокачки не происходит заметного возрастания ОВП, поскольку растяжения коры преобладает. В дальнейшем ОВП этой станции возрастает и

22 июня, во время землетрясения УБАРГ, выходит на максимум (регистрируется сжатие коры в Обручевском разломе). Во время этого землетрясения минимум ст. 184 нивелируется (растяжение сходит на-нет).

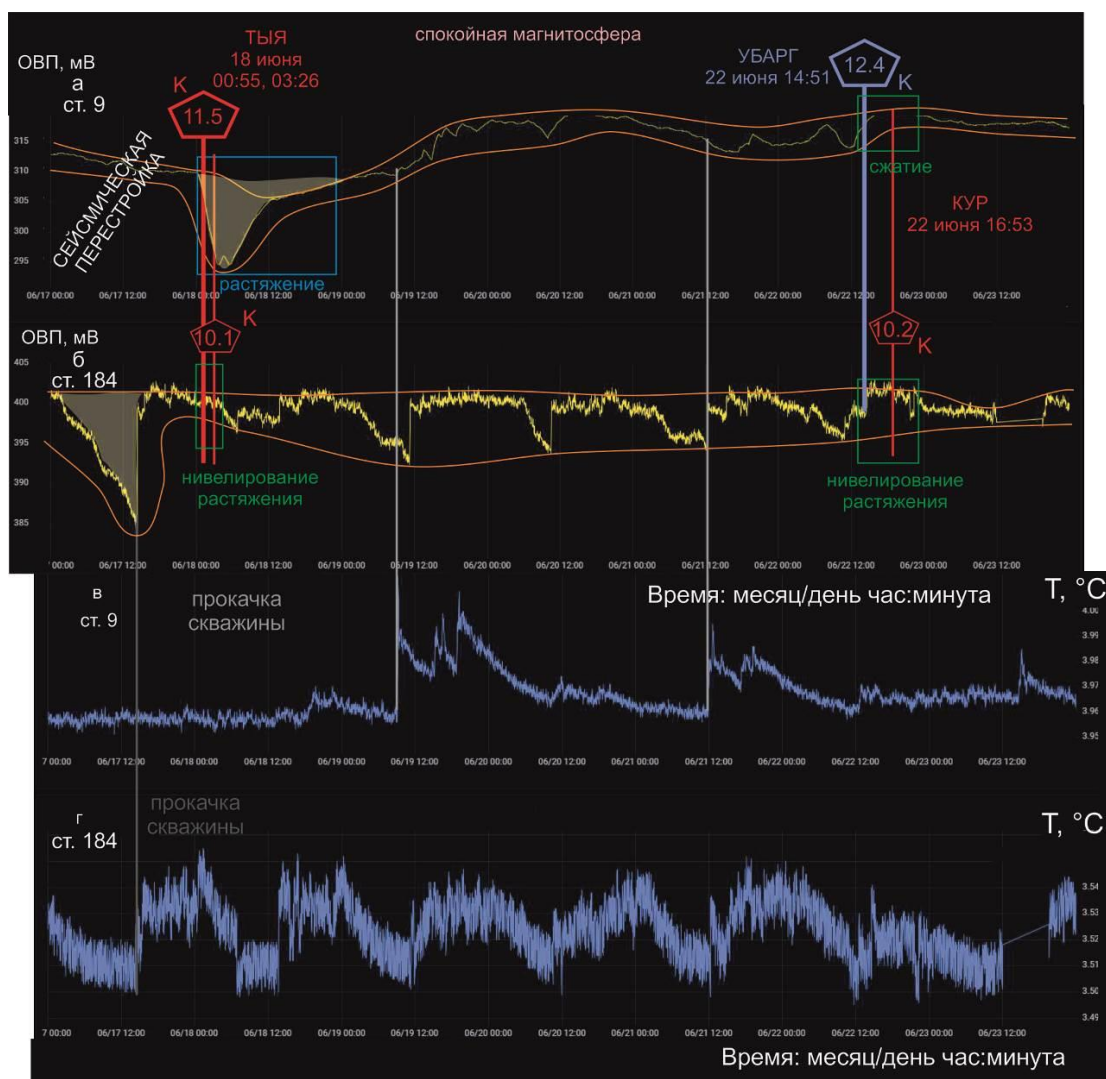


Рис. 13. Диаграммы вариаций ОВП 17–23 июня 2026 г. в подземных водах ст. 9 (а) и ст. 184 (б) в сопоставлении с вариациями температуры в подземных водах этих же станций (в, г).

Fig. 13. Diagrams of ORP variations on March 17–23, 2026 in groundwater of station 9 (a) and station 184 (б) in comparison with temperature variations in groundwater of the same stations (в, г).

24–30 июня: переход от первого недельного сейсмического импульса ко второму, начинается снижение ОВП

Короткий сейсмический импульс востока, начавшийся с землетрясения Таксимо (ТА) 11 июня и достигший наибольшей силы землетрясения ТЯЯ 18 июня, заканчивается слабыми землетрясениями Курумкан (КУРУМ) 22 июня, УМХЕЙ 25 июня и БАУНТ 26 июня (завершается вторая неделя импульса).

Землетрясения востока отражаются в вариациях ОВП ст. 9. Землетрясению ТЯЯ 18 июня в подземных водах этой станции соответствует весьма глубокий сдвоенный минимум ОВП 295 мВ в 03:34 и 05:26 (рис. 13а), а последующее возрастание этого показателя приводит к максимуму ОВП 329 мВ 26 июня в 15:00 (рис. 14а).

Короткий сейсмический импульс, начавшийся на Среднем Байкале 22 июня с

события УБАРГ ($K=12.4$), сменяется почти ровно через неделю (29 июня) слабым событием в этом же кластере, за которым следует событие (в этом же кластере) 30 июня, а на следующей неделе еще два события 2 июля. Землетрясение ПРОВАЛ с повышенным энергетическим классом ($K=11.0$) 27 июня приходится на переход от максимума ОВП ст. 9 к понижению линии вместе с последующим событием Маритуй (МАР), реализующимся также 27 июня (рис. 14а).

Наибольший интерес представляет снижение ОВП, резко начавшееся на ст. 184 27 июня в 14:40 от значения 402 мВ. Значения падают 13 июня в 12:40 почти на 40 мВ (до 381 мВ) с последующим выполаживанием линии. 04 июля в 15:00 значение ОВП составляет 375 мВ. В течение недели наблюдается переход от косейсмического сжатия коры к ее косейсмическому растяжению.

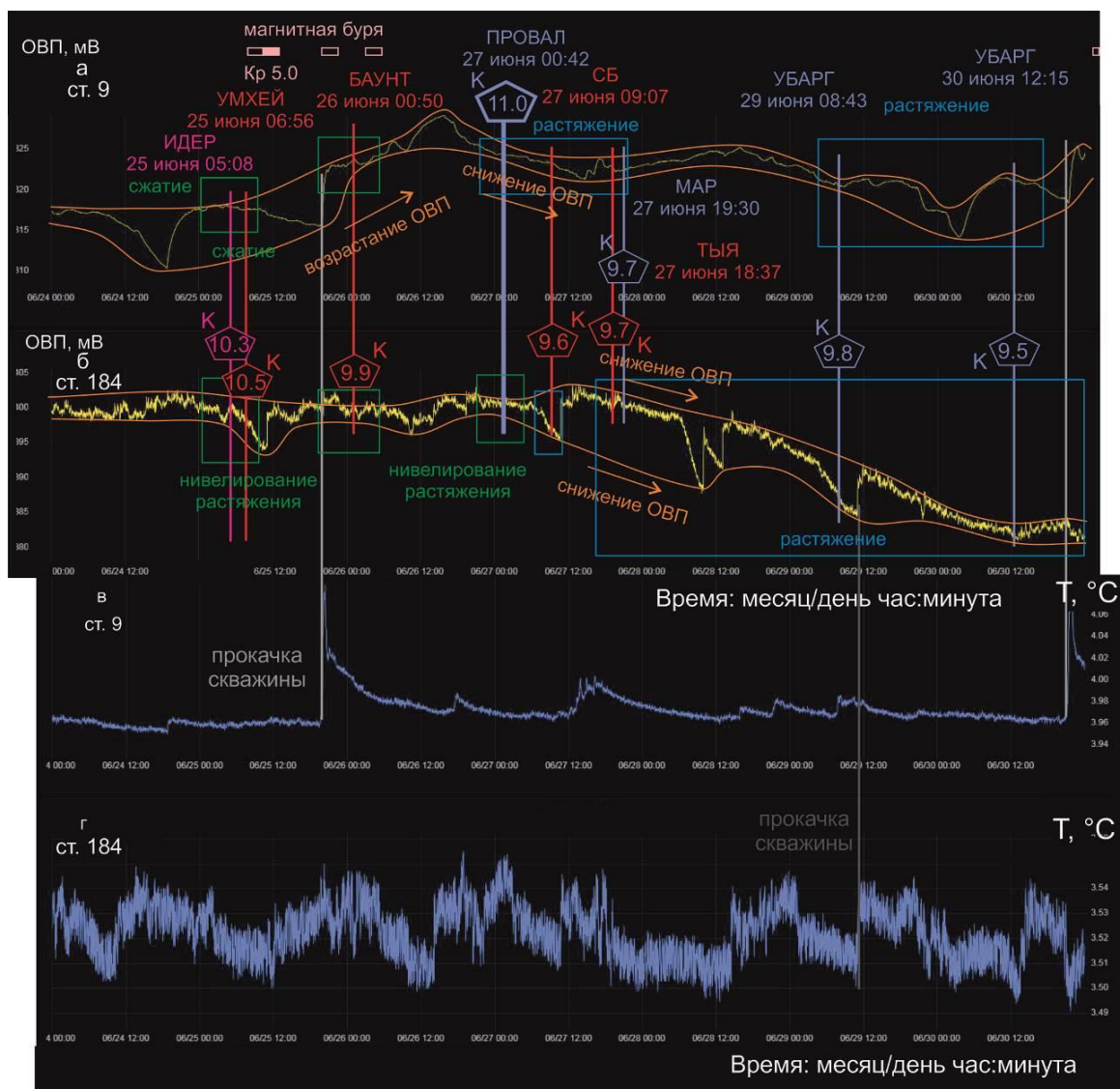


Рис. 14. Диаграммы вариаций ОВП 24–30 июня 2026 г. в подземных водах ст. 9 (а) и ст. 184 (б) в сопоставлении с вариациями температуры в подземных водах этих же станций (в, г).

Fig. 14. Diagrams of ORP variations on June 24–30 in groundwater of station 9 (a) and station 184 (б) in comparison with temperature variations in groundwater of the same stations (в, г).

Обсуждение результатов

Основная цель мониторинга ОВП подземных вод Култукского полигона – оперативная

оценка сейсмогенного состояния коры БРС. Такая оценка имеет смысл только непосредственно во время наблюдений, а в

дальнейшем теряет актуальность. По результатам анализа временных вариаций энергетического класса землетрясений с февраля до начала июля 2026 г. с включением новых записей ОВП подземных вод в апреле-июне 2026 г. мы обращаем внимание на текущее сейсмогенное состояние коры, которое выражается: 1) в совпадении во времени землетрясений и магнитных бурь в начале периода наблюдений апреля–июня 2026 г. и в отсутствии таких совпадений в конце этого периода, 2) в повторяющихся вариациях сжатия и растяжения коры, регистрируемых в записях ОВП при землетрясениях, 3) в различии недельного проявления землетрясений на востоке, западе и в центре БРС, 4) в аномальном сейсмогенном состоянии коры, сложившемся в конце июня – начале июля 2026 г. и 5) в дуговом характере распределения землетрясений БРС.

Совпадение во времени землетрясений и магнитных бурь

Связь землетрясений с магнитными бурями отчетливо выражена в записях ОВП станций Култукского полигона в конце 2025 г. и в начале 2026 г. В ноябре 2025 г. энергетический класс землетрясений запада БРС снижается, а в декабре возрастает. По записям ОВП определяется контроль землетрясений магнитными бурями. Из-за мешающего эффекта магнитных бурь реконструкция растягивающих и сжимающих усилий коры в этом временном интервале становится невозможной (Рассказов и др., 2026).

При ОВП-мониторинге в апреле-июне по-прежнему устанавливается совпадение во времени электрических эффектов и землетрясений с магнитными бурями: 1) кластер УМХЕЙ 4 апреля, 2) землетрясения 10 апреля (УМХЕЙ) и 11 апреля (БУС), 3) землетрясение ОЛЕК 19 апреля, 4) землетрясение БУС 01 мая, 5) землетрясение ОЛЬХ 04 мая (с запаздыванием). В дальнейшем, в мае и июне,

совпадений землетрясений с магнитными бурями не наблюдается.

Реконструкции сжатия и растяжения коры по записям ОВП

Подъем энергии землетрясений запада БРС сопровождается сейсмической перестройкой начала января, в результате которой сейсмичность перераспределяется с запада на восток. С 13 до 22 января по записям ОВП регистрируются условия сейсмогенного сжатия коры на Култукском полигоне, с 24 до 28 января – условия растяжения. Последующая перестройка выражается в быстрой смене сжатия и растяжения. В этом режиме осуществляется выход на землетрясение в кластере Хубсугула (ХУ) запада БРС с повышенным энергетическим классом ($K=11.0$).

При слабых и относительно редких землетрясениях с 12 до 20 февраля кора Култукского полигона растягивается. После 20 февраля следует интервал слабых землетрясений, реализующихся в условиях смены сжатия и растяжения коры при редких и слабых землетрясениях (22–23 февраля, 3 марта и 12–13 марта). После перестройки 13–17 марта действует косейсмическое сжатие коры, которое приводит к усилению сейсмичности на востоке БРС (см. рис. 1). В конце июня – начале июля землетрясения реализуются на фоне перехода от сжатия к растяжению коры.

Различие недельного проявления землетрясений на востоке, западе и в центре БРС

С учетом недельной квазипериодичности гидрогеохимических вариаций перед сильными землетрясениями (Рассказов и др., 2025) можно предположить реализацию подобной квазипериодичности в текущих сейсмогенных деформациях. Для получения картины такой квазипериодичности информация сейсмических импульсов МА и АИ на востоке, в центре и на западе БРС сворачивается в штрих-коды (рис. 15).

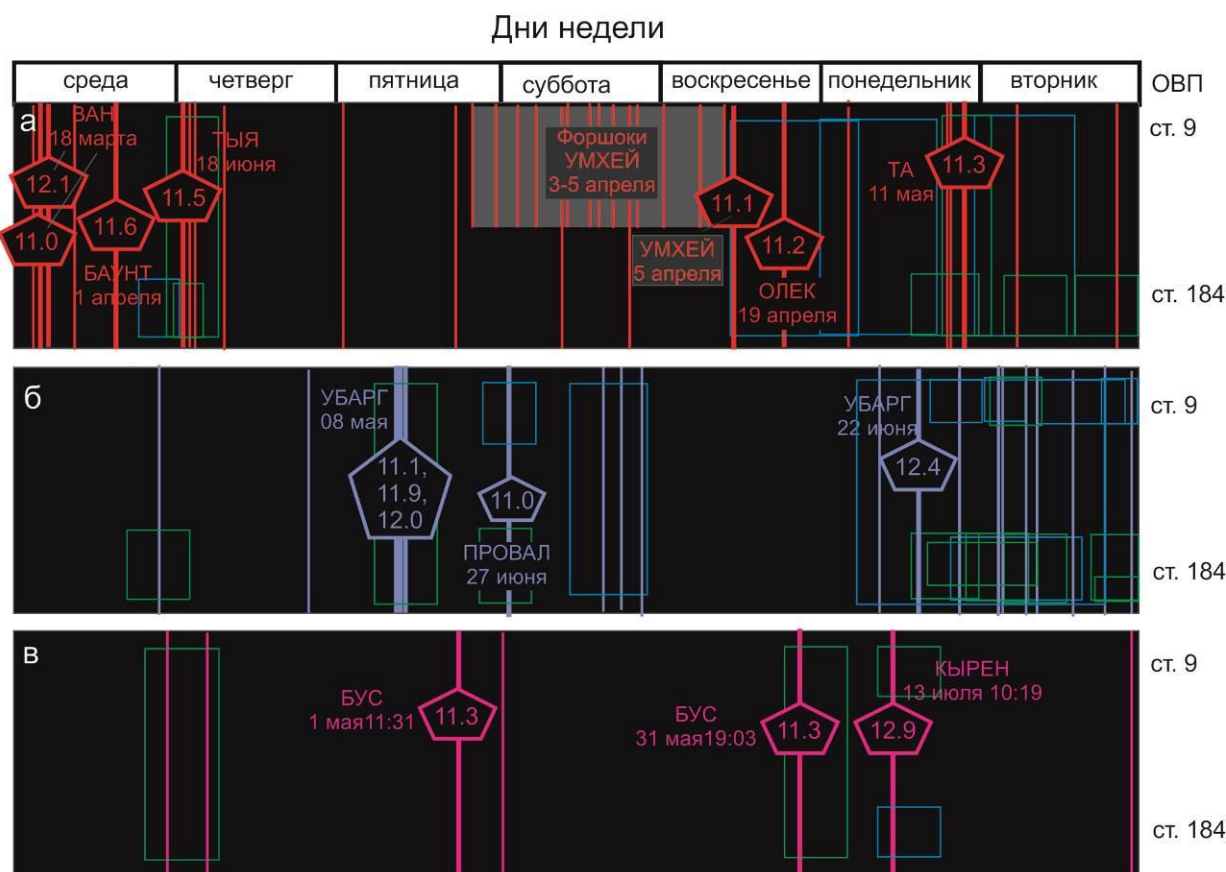


Рис. 15. Недельные штрих-коды землетрясений временного интервала 17 марта – 1 июля 2026 г. в БРС: на востоке (а), в центре (б) и на западе (в). Данные по землетрясениям перенесены из рис. 2–14 и , а также из подобных рисунков из работы (Рассказов и др., 2026). По вариациям ОВП в подземных водах станций 9 и 184 зелеными прямоугольниками выделены землетрясения в условиях сжатия коры, синими – в условиях растяжения.

Fig. 15. Weekly barcodes of earthquakes for the time interval March 17 – July 1, 2026, in the BRS: in the east (a), in the center (b), and in the west (v). Earthquake data are transferred from Figs 2–14 and, as well as from similar figures after (Rasskazov et al., 2026). From ORP variations in groundwater at stations 9 and 184, earthquakes under crustal compression are highlighted in green rectangles, and those under crustal extension are highlighted in blue rectangles.

Штрих-код землетрясений востока наиболее представлен (рис. 15а). Группы сейсмических событий конца вторника – начала четверга, конца пятницы – начала понедельника и конца понедельника – начала вторника маркируют активность силового центра сейсмических импульсов МА и АИ, производных ЯБГК.

Штрих-код землетрясений центра имеет вид одиночного события среды, группы четверга–пятницы–субботы и группы понедельника–вторника. Землетрясения с повышенным энергетическим классом ($K=11.1–12.4$) принадлежат одному кластеру УБАРГ (рис. 15б).

Штрих-код землетрясения запада характеризуется равномерной рассредоточенностью

событий. В течение недели проявляются четыре сейсмических дня: среда, пятница, вторая половина воскресенья–первая половина понедельника и вторник. Два землетрясения (01 и 31 мая) с повышенным энергетическим классом ($K=11.3$) принадлежат одной территории (БУС). С землетрясение БУС второй половины воскресенья сочетается наиболее сильное за время наблюдений землетрясение КЫРЕН первой половины понедельника ($K=12.9$). В пятницу реализуется дополнительное слабое землетрясение (рис. 15в).

Активность сейсмических импульсов МА и АИ востока БРС имеет недельную квазипериодичность. Группа землетрясений конца вторника – начала четверга востока включает события с повышенным энергетическим

классом: ВАН ($K=11.0$ и 12.1), БАУНТ ($K=11.6$) и ТЫЯ ($K=11.5$). Этой группе соответствуют слабые землетрясения среды в центре и на западе БРС.

Группа землетрясений конца пятницы – начала понедельника востока характеризуется событиями УМХЕЙ и ОЛЕК с повышенным энергетическим классом ($K=11.1$ и 11.2). Первому из этих событий, произошедшему 5 апреля, предшествуют форшоки кластера УМХЕЙ 03–05 апреля. Группе землетрясений пятницы–понедельника востока отвечает два слабых события центра в субботу. События запада пятницы и воскресенья соответствуют началу и окончанию интервала землетрясений конца пятницы – начала понедельника востока. Землетрясения УБАРГ центра с повышенным энергетическим классом ($K=11.1–12.0$) реализуются в пятницу, до интервала землетрясений конца пятницы – начала понедельника востока.

Группа землетрясений конца понедельника – начала вторника востока представлена событием ТА с повышенным энергетическим классом ($K=11.3$). Этой группе соответствуют слабые сейсмические события понедельника–вторника центра, а более сильное событие УБАРГ 22 июня ($K=12.4$) предшествует группе землетрясений понедельника–вторника востока. На западе происходит одно слабое землетрясение в конце вторника.

Недельные штрих-коды подчеркивают рассеянный характер землетрясений востока и их локальное проявление в центре и на западе БРС. По вариациям ОВП землетрясения запада соответствуют условиям сжатия коры, землетрясения востока и центра – различным соотношениям сжатия и растяжения в Обручевском разломе и Култукской тектонической ступени.

Аномальное сейсмогенное состояние коры в конце июня – начале июля 2026 г.

Аномальное сейсмогенное состояние коры отчетливо выявляется на графике 35-ти дней мониторинга ОВП, с 06 июня до 13 июля (рис. 16). В этом временном интервале происходят 3 землетрясения с повышенным энергетическим классом: ТЫЯ (18 июня), УБАРГ (22 июня) и ПРОВАЛ (27 июня). Линия записей ОВП ст. 9 первого из них образует глубокий минимум, а к последнему – выходит на максимум (в Обручевском разломе растяжение сменяется сжатием). Судя по возрастанию ОВП, сжатие продолжает усиливаться до 06 июля, а затем несколько снижается. Линия записей ОВП ст. 184 также соответствует проявлению глубоких минимумов во время землетрясения ТЫЯ, а после землетрясения ПРОВАЛ (27 июля) резко идет вниз (усиливается растяжение коры под Култукской ступенью).

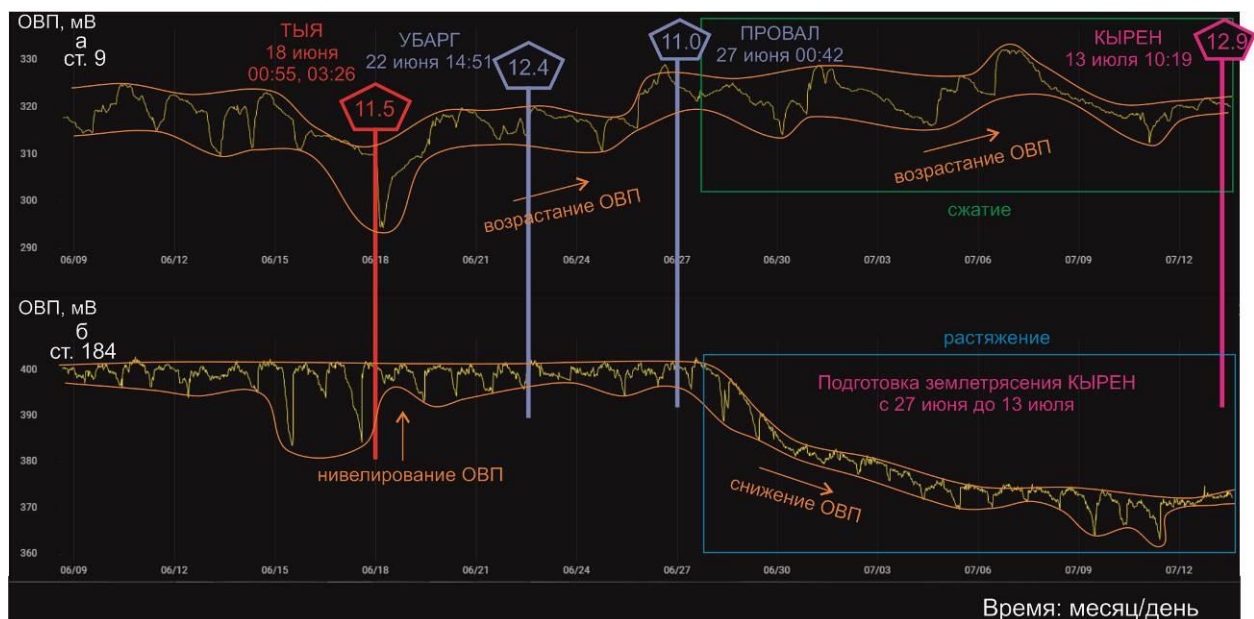


Рис. 16. Диаграммы вариаций ОВП 06 июня – 13 июля 2026 г. в подземных водах ст. 9 (а) и ст. 184 (б).

Fig. 16. Diagrams of ORP variations on June 06 – July 13 in groundwater of station 9 (a) and station 184 (б).

Преобладающее растяжение коры в БРС выражается в проявлении наиболее сильных землетрясений, поэтому резкое снижение ОВП ст. 184 может восприниматься как показатель предсейсмического состояния коры (Рассказов и др., 2025). Поскольку во время подготовки сильных землетрясений Байкало-Хубсугульской активизации регистрировалось согласованное снижение ОВП всех станций Култукского полигона, мониторинг осуществляется на двух станциях. Ожидается, что приближение сильного землетрясения будет обозначено одновременным снижением ОВП двух станций (Рассказов и др., 2023а). С 27 июня ОВП заметно снижается в подземных водах только на одной станции (ст. 184). Предполагалось, что если относительное снижение ОВП начнется в подземных водах другой станции (ст. 9), то нужно ожидать землетрясения повышенного энергетического класса. Такое землетрясение ($K=12.9$) реализуется 13 июля в Тункинской впадине (землетрясение КЫРЕН). Разумеется, для уверенного прогноза сильного сейсмического события требуется дополнительное определение параметров химической гидрогеодинамики в подземных водах Култукского полигона ($^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$, концентраций U, Si, Na и Li).

В анализе текущих аномальных записей ОВП нужно принять во внимание также фактор проявления сильных землетрясений БРС с изменением условий деформаций коры на Култукском полигоне. Во время Байкало-Хубсугульской сейсмической активизации 2020–2023 гг. сильным землетрясениям соответствовали условия растяжения коры на Култукском полигоне (ОВП снижалось на всех станциях мониторинга). Во время Северо-Байкальско-Хангайской активизации на полигоне проявилось сжатие (перед сильными землетрясениями ОВП существенно возрастало). В текущем возрастании ОВП ст. 9 и снижении ОВП ст. 184 отразилось нарастание сжатия в краевом Обручевском разломе Южно-Байкальской впадины, сопровождающемся усилением растяжения под Култукской тектонической ступенью ее осевой части. Такое состояние коры может

свидетельствовать о возможной реализации сдвигового сейсмогенного смещения на полигоне, которое будет отвечать одной из прогностических моделей сейсмической активизации БРС.

Отметим чувствительность ст. 184 к сейсмической активизации структур Тункинской долины. Перед сильным Быстринским землетрясением 22 сентября 2020 г. в подземных водах на протяжении длительного времени постепенно возрастала концентрация U. Кроме аномальных косейсмических вариаций U, на ст. 184 установлены также аномальные косейсмические вариации $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$, ^{234}U , Hg и Li (Рассказов и др., 2022).

Эпизоды и механизм дугового распределения землетрясений БРС в 2026 г.

Сейсмогенное состояние коры, выражающееся в дуговом распределении землетрясений БРС, устанавливается сначала во временном интервале 01.02.–13.03.2026), а затем – во временном интервале 18.06.–13.07.2026. В первом временном интервале проявились слабые сейсмические события на востоке и в центре БРС с реализацией события ХУ 09 февраля максимального энергетического класса ($K=11.0$) на западе (рис. 1б). Во втором временном интервале энергетический класс событий в дуге возрастает с финальной реализацией события КЫРЕН 13 июля более высокого энергетического класса ($K=12.9$) (рис. 1е).

Поскольку ориентировка линий вдоль простирания БРС слегка меняется, по перпендикулярам к этим линиям определяется общий полюс вращения (полюс Эйлера) с приближительными координатами $60^{\circ}51'\text{с.ш.}$, $96^{\circ}58'\text{в.д.}$ (район пос. Куюмба). Этот полюс обозначает точку на сферической земной поверхности Google Earth, через которую проходят радиусы дуги землетрясений БРС. Длина радиусов от дуги землетрясений БРС до эйлерового полюса Куюмба составляет на западе и востоке около 1060 км, в центре увеличивается до 1150 км. Синхронность линий землетрясений запада, центра и востока БРС свидетельствует об упорядоченной

сейсмогенерирующей деформации коры вдоль рифтовой структуры на расстояние около 1200 км.

Новая сейсмическая дуга, телескопированная относительно сейсмической дуги февраля-марта, выявляется в июне-июле с эйлеровым полюсом $56^{\circ}16.43'$ с.ш., $101^{\circ}40.62'$ в.д. (район г. Братска). Длина радиусов от дуги землетрясений БРС до эйлерового полюса составляет на западе и востоке около 490–500 км, в центре увеличивается до 550 км. Эпицентрами землетрясений повышенного энергетического класса активизировалась дуга БРС протяженностью около 750 км.

В сейсмических дугах с эйлеровыми полюсами Куюмбы и Братска отчетливо

обозначился сценарий, предопределенный сильнейшими магнитными бурями конца 2026 г., которые привели к релаксации тектонических напряжений в БРС с последующим запуском деформационных процессов в коре при затягивании материала востока и центра этой структуры вдоль оси ЯБГК. Это силовое воздействие спровоцировало вращение в БРС, при котором вовлекалась в движения осевая часть почти всей рифтовой системы. Вращался блок ЯБГК относительно Стабильной Азии. Вращение ограничивалось к востоку сейсмоактивным углом, производным осевого затягивания материала ЯБГК (рис. 17).

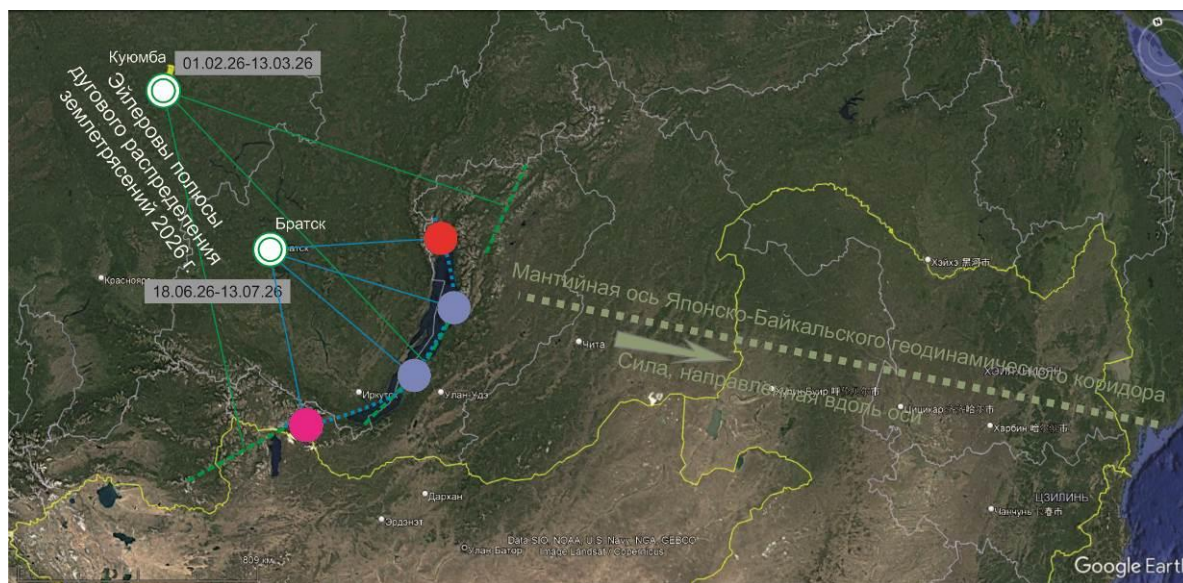


Рис. 17. Схема телескопированного дугового пространственного распределения эпицентров землетрясений БРС в феврале-марте и в июне-июле 2026 г. – контроль сейсмогенных деформаций БРС затягиванием материала вдоль оси Японско-Байкальского геодинамического коридора.

Fig. 17. Scheme of telescoped arc spatial distribution of BRS earthquake epicenters in February-March and June-July 2026 – control of seismogenic deformations of the BRS by pulling the material along the axis of the Japan-Baikal Geodynamic Corridor.

По данным спутниковой геодезии литосфера БРС движется в направлении восток-юго-восток, вдоль мантийной оси ЯБГК, с современной скоростью около 3 см/год. Судя по маркеру Береинского вулканического центра Витимского поля относительно локальной низкоскоростной аномалии, расположенной под литосферой Северного Байкала на глубине 250–300 км, за 16 млн лет литосфера Западного Забайкалья сместилась на 300 км с проявлением эффекта вязкого торможения

слоев малых глубин относительно более глубоких слоев (Рассказов, Чувашова, 2018). Такой эффект влечет за собой раздвижение берегов Байкала. В Ольхонско-Святоносской и Усть-Баргузинской зонах блоки движутся в ЮВ направлении со средними скоростями от 3.0 мм/год в северной части Южно-Байкальской впадины до 6.5 мм/год – в Баргузинской (Лухнев и др., 2013). Выявленные эпизоды дугового распределения эпицентров землетрясений БРС свидетельствуют о

краткосрочных упорядоченных сейсмогенных деформациях коры, контролирующихся исключительно силами ЯБГК без какого-либо влияния сил Саяно-Монгольского сектора Индо-Азиатской конвергенции.

Заключение

По результатам оперативного анализа землетрясений и записей ОВП в настоящей работе подчеркивается роль сейсмогенных деформаций, реализующихся с 18 марта до 13 июля 2026 г. на востоке БРС при главенстве тектонических усилий со стороны ЯБГК. Землетрясения центра БРС рассматриваются как вторичные, проявляющиеся вместе с землетрясениями востока.

Влияние тектонических усилий ЯБГК возрастает после ослабления упорядоченной (угловой и линейной) сейсмичности января-марта 2026 г. Оно выражается в пространственном смещении землетрясений с проявлением рассеянного сейсмического импульса МА (март-апрель) на востоке БРС с последующим переходом к концентрированному сейсмическому импульсу АИ (апрель-июнь) в центре. Во второй половине июня землетрясения востока и центра БРС объединяются в единую последовательность событий, укладываемых в более короткие (недельные) сейсмические импульсы.

В текущем развитии рассматриваемых сейсмических импульсов на востоке и в центре БРС проявляется группирование сейсмических событий с короткой (недельной) квазипериодичностью при равномерном рассредоточении событий на западе. В конце наблюдений устанавливается аномальное состояние коры, выражающееся в заметном снижении ОВП подземных вод ст. 184. В текущем возрастании ОВП ст. 9 и снижении ОВП ст. 184 отражается нарастание сжатия в краевом Обручевском разломе Южно-Байкальской впадины, сопровождающемся усилением растяжения под Култукской тектонической ступенью ее осевой части. Такое состояние коры свидетельствует о реализации сдвигового сейсмогенного смещения на полигоне, которое может отвечать одному из прогностических сценариев сейсмической активизации БРС. Этот сценарий реализовался в Кыренском землетрясении 13 июля 2026 г. с повышенным энергетическим

классом ($K=12.9$). Эпицентры землетрясений повышенного энергетического класса ($K=11.0-12.9$) ТЫЯ-УБАРГ-ПРОВАЛ-КЫРЕН образуют миграционную дугу с общим эйлеровым полюсом вращения. В пространственном отношении эти землетрясения ограничены осевыми впадинами БРС: Северо-Байкальской, Южно-Байкальской и Тункинской.

Дуговое распределение эпицентров землетрясений БРС, вызванное силами Японско-Байкальского геодинамического коридора, реализуется сначала (во временном интервале февраля-марта: 01.02.-13.03.2026) слабыми сейсмическими событиями, а затем (во временном интервале июня-июля: 18.06.-13.07.2026) – событиями повышенного энергетического класса. Выявленные эпизоды дугового распределения эпицентров землетрясений обозначают краткосрочное упорядочение сейсмогенных деформаций коры, контролирующихся исключительно силами ЯБГК без существенного влияния сил Саяно-Монгольского сектора Индо-Азиатской конвергенции.

Благодарности

Работа выполняется по проекту ИЗК СО РАН FWEF-2026-0010. В работе использованы данные о землетрясениях, полученные на уникальной научной установке «Сейсмоинфразвуковой комплекс мониторинга арктической криолитозоны и комплекс непрерывного сейсмического мониторинга Российской Федерации, сопредельных территорий и мира» (<https://ckprf.ru/usu/507436/>, <http://www.gsras.ru/unu/>). (Карта..., 2026). Авторы благодарят В.И. Архипенко за обеспечение технической поддержки рабочего состояния сенсоров на станциях Култукского полигона.

Литература

Карта эпицентров землетрясений. Иркутск: Байкальский филиал Федерального исследовательского центра Единая геофизическая служба РАН, 2026. <http://www.seis-bykl.ru>

Лухнев А.В., Саньков В.А., Мирошниченко А.И., Ашурков С.В., Бызов Л.М., Саньков А.В., Башкуев Ю.Б., Дембелов М.Г., Кале Э. Современные деформации земной коры в области

сочленения сегментов рифтов центральной части Байкальской рифтовой системы по данным GPS геодезии // Геология и геофизика. 2013. Т. 54. № 11. С. 1814–1825.

Рассказов С.В., Чувашова И.С. Вулканизм и транстенсия на северо-востоке Байкальской рифтовой системы. Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2018. 383 с.

Рассказов С.В., Асламов И.А., Снопков С.В., Архипенко В.И., Ильясова А.М., Чебыкин Е.П. Первый опыт мониторинга косейсмических и асейсмических вариаций ОВП, pH и температуры подземных вод Култукского резервуара в режиме реального времени (Байкальская рифтовая система) // Геология и окружающая среда. 2023а. Т. 3, № 4. С. 161–181. <https://doi.org/10.26516/2541-9641.2023.4.161>.

Рассказов С.В., Асламов И.А., Снопков С.В., Чебыкин Е.П., Ильясова А.М., Чувашова И.С. От контроля слабых землетрясений в Байкальской рифтовой системе магнитными бурями к сейсмическим импульсам Японско-Байкальского геодинамического коридора: мониторинг ОВП подземных вод в реальном времени начала 2026 г. // Геология и окружающая среда. 2026. Т. 6, № 1. С. 56–90. DOI 10.26516/2541-9641.2026.1.56.

Рассказов С.В., Ильясова А.М., Борняков С.А., Снопков С.В., Чувашова И.С., Чебыкин Е.П. Гидрогеохимические отклики подземных вод ст. 184 в 2020–2021 гг. на сейсмогенные деформации Байкало-Хубсугульской активизации // Геология и окружающая среда. 2022. Т. 2, № 4. С. 26–52. DOI 10.26516/2541-9641.2022.4.26

Рассказов С.В., Ильясова А.М., Борняков С.А., Чебыкин Е.П. Горячинская активизация Ямбуиской зоны транстенсии в 2013–2015 гг.: Косейсмическая химическая гидрогеодинамика подземных вод на ЮВ побережье Среднего Байкала // Геология и окружающая среда. 2023б. Т. 3, № 4. С. 108–145. <https://doi.org/10.26516/2541-9641.2023.4.108>.

Рассказов С.В., Чебыкин Е.П., Ильясова А.М., Снопков С.В., Чувашова И.С. Расширяющаяся сейсмичность и парагенетические вариации состава подземных вод в Байкальской рифтовой системе в 2020–2025 гг.: оценка текущего состояния земной коры // Геология и окружающая среда. 2025. Т. 5, № 2. С. 69–123. DOI 10.26516/2541-9641.2025.2.69.

Freund F. Earthquake forewarning – A multidisciplinary challenge from the ground up to space // Acta Geophysica. 2013. V. 61, no. 4. P. 775–807. DOI: 10.2478/s11600-013-0130-4.

References

Earthquake epicenter map. Irkutsk: Baikal branch of the Federal Research Center Unified Geophysical Service of the Russian Academy of Sciences, 2026. <http://www.seis-bykl.ru>

Freund F. Earthquake forewarning – A multidisciplinary challenge from the ground up to space // Acta Geophysica. 2013. V. 61, no. 4. P. 775–807. DOI: 10.2478/s11600-013-0130-4.

Lukhnev A.V., Sankov V.A., Miroshnichenko A.I., Ashurkov S.V., Byzov L.M., Sankov A.V., Bashkuev Yu.B., Dembelov M.G., Kale E. Modern deformations of the earth's crust in the junction area of rift segments of the central part of the Baikal rift system according to GPS geodesy data // Geology and Geophysics. 2013. Vol. 54. No. 11. P. 1814–1825.

Rasskazov S.V., Chuvashova I.S. Volcanism and transtension in the northeastern Baikal Rift System. Novosibirsk, Academic Publishing House «GEO», 2018. 384 p. doi: 10.21782/B978-5-6041446-3-3

Rasskazov S.V., Aslamov I.A., Snopkov S.V., Arkhipenko V.I., Ilyasova A.M., Chebykin E.P. First experience in real-time monitoring of coseismic and aseismic ORP, pH, and temperature variations in groundwater from the Kultuk reservoir (Baikal Rift System) // Geology and Environment. 2023a. Vol. 3, No. 4. P. 161–181. <https://doi.org/10.26516/2541-9641.2023.4.161>

Rasskazov S.V., Aslamov I.A., Snopkov S.V., Chebykin E.P., Ilyasova A.M., Chuvashova I.S. From magnetic storm control of weak earthquakes in the Baikal Rift System to dominant seismic impulses of the Japan-Baikal geodynamic corridor: real-time monitoring of groundwater oxidation-reduction potential in early 2026 // Geology and Environment. 2026. Vol. 1, No. 1. P. 56–90. DOI 10.26516/2541-9641.2026.1.56.

Rasskazov S.V., Chebykin E.P., Ilyasova A.M., Snopkov S.V., Chuvashova I.S. Expanding seismicity and paragenetic variations in groundwater composition in the Baikal rift system in 2020–2025: assessment of the current state of the earth's crust // Geology and Environment. 2025. Vol. 5, No. 2. P. 69–123. DOI 10.26516/2541-9641.2025.2.69.

Rasskazov S.V., Ilyasova A.M., Borneyakov S.A., Chebykin E.P. Goryachinsk reactivation of the Yambui transtension zone in 2013–2015: Coseismic chemical hydrogeodynamics of groundwater on the southeastern coast of Middle Baikal // Geology and Environment. 2023б. Vol. 3, No. 4. P. 108–145. <https://doi.org/10.26516/2541-9641.2023.4.108>

Rasskazov S.V., Ilyasova A.M., Bornyakov S.A., Snopkov S.V., Chuvashova I.S., Chebykin E.P. Hydrogeochemical responses of groundwater from station 184 in 2020-2021 on seismogenic deformations of the Baikal-Khubsugul reactivation // Geology and

Environment. 2022. Vol. 2, No. 4. P. 26–52. DOI 10.26516/2541-9641.2022.4.26

Рассказов Сергей Васильевич,

*доктор геолого-минералогических наук, профессор,
664033, Иркутск, ул. Лермонтова, д. 128,
Институт земной коры СО РАН,
заведующий лабораторией изотопии и геохронологии,
664025, Иркутск, ул. Ленина, д. 3,
Иркутский государственный университет, геологический факультет,
заведующий кафедрой динамической геологии,
тел.: (3952) 51–16–59,
email: rassk@crust.irk.ru*

Rasskazov Sergei Vasilevich,

*doctor of geological and mineralogical sciences, professor,
664025, Irkutsk, Lenin st., 3,
Irkutsk State University, Faculty of Geology,
Head of Dynamic Geology Char,
664033, Irkutsk, Lermontov str., 128,
Institute of the Earth's Crust SB RAS,
Head of the Laboratory for Isotopic and Geochronological Studies,
tel.: (3952) 51–16–59,
email: rassk@crust.irk.ru*

Снопков Сергей Викторович,

*кандидат геолого-минералогических наук,
664025, Иркутск, ул. Ленина, д. 3,
Иркутский государственный университет, геологический факультет,
доцент,
664074, г. Иркутск, ул. Курчатова, 3,
Сибирская школа геонаук, Иркутский национальный исследовательский технический университет,
ведущий научный сотрудник,
email: snopkov_serg@mail.ru.*

Snopkov Sergei Viktorovich,

*Candidate of Geological and Mineralogical Sciences,
664025, Irkutsk, Lenin sr., 3,
Irkutsk State University, Faculty of Geology,
Associate Professor,
664074, Irkutsk, Kurchatov st., 3,
Siberian School of Geosciences, Irkutsk National Research Technical University,
Leading Researcher,
email: snopkov_serg@mail.ru.*

Асламов Илья Александрович,

*кандидат физико-математических наук,
664033, Иркутск, ул. Улан-Баторская, 3,
Лимнологический институт СО РАН,
заведующий лабораторией гидрологии и гидрофизики,
email: ilya_aslamov@bk.ru*

Aslamov Ilya Aleksandrovich,

*Candidate of physical and mathematical sciences,
664033, Irkutsk, Ulan-Batorskaya st., 3,
Limnological Institute SB RAS,*

Head of laboratory of hydrology and hydrophysics,
email: ilya_aslamov@bk.ru

Чебыкин Евгений Павлович,
кандидат химических наук,
664033, Иркутск, ул. Лермонтова, д. 128,
Институт земной коры СО РАН,
ведущий специалист,
email: epcheb@yandex.ru

Chebykin Eugene Pavlovich,
Candidate of Chemical Sciences,
664033, Irkutsk, Lermontov st., 128,
Institute of the Earth's Crust SB RAS,
leading specialist,
email: epcheb@yandex.ru

Ильясова Айгуль Маратовна,
кандидат геолого-минералогических наук,
664033, Иркутск, ул. Лермонтова, д. 128,
Институт земной коры СО РАН,
ведущий инженер,
email: ila@crust.irk.ru

Ilyasova Aigul Maratovna,
candidate of geological and mineralogical sciences,
664033, Irkutsk, Lermontov st., 128,
Institute of the Earth's Crust SB RAS,
leading engineer,
email: ila@crust.irk.ru
