

МОНИТОРИНГ ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ

УДК 550.8.; 551.2; 556

<https://doi.org/10.26516/2541-9641.2025.1.100>

EDN: [CWDKPA](#)

О влиянии уровня воды в озере Байкал на сейсмическую активность Прибайкалья

С.В. Снопков^{1,2}, А.А. Куроленко¹

¹Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия

²Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия

Аннотация. На сейсмическую активность Прибайкалья влияет большое количество факторов разной природы. Статистический анализ динамики сейсмических событий и уровня воды в озере Байкал показали, что существует определенная взаимосвязь между этими событиями. Повышение скорости изменения уровня воды производит триггерный эффект, высвобождая сейсмическую энергию. Эта статистическая зависимость наблюдается не только в районе самого озера, но и в северо-восточном и юго-западном секторах Байкальской рифтовой зоны.

Ключевые слова: сейсмическая активность, Прибайкалье, уровень воды в Байкале, статистический анализ, Байкальская рифтовая зона

On the Influence of the Water Level in Lake Baikal on Seismic Activity in the Pribaikalye Region

S.V. Snopkov^{1,2}, A.A. Kurolenko¹

¹Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

²Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia

Abstract. The seismic activity of the Baikal region is influenced by a large number of factors of different nature. Statistical analysis of the dynamics of seismic events and the water level in Lake Baikal has shown that there is a definite relationship between these events. Increasing the rate of change in the water level produces a trigger effect, releasing seismic energy. This statistical relationship is observed not only in the area of the lake itself, but also in the northeastern and southwestern sectors of the Baikal rift zone.

Keywords: seismic activity, Baikal region, Baikal water level, statistical analysis, Baikal rift zone

Статья получена: 13.01.2025; исправлена: 21.01.2025; принята: 24.01.2025.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Снопков С.В., Куроленко А.А. О влиянии уровня воды в озере Байкал на сейсмическую активность Прибайкалья // Геология и окружающая среда. 2025. Т. 5, № 1. С. 100-113. DOI 10.26516/2541-9641.2025.1.100. EDN: CWDKPA

Article received: 13.01.2025; corrected: 21.01.2025; accepted: 24.01.2025.

FOR CITATION: Snopkov S.V., Kurolenko A.A. On the Influence of the Water Level in Lake Baikal on Seismic Activity in the Pribaikalye Region // Geology and Environment. 2025. Vol. 5, No. 1. P. 100-113. DOI 10.26516/2541-9641.2025.1.100. EDN: CWDKPA

Введение

2021 год отметился повышенной сейсмической активностью в Прибайкалье. В течение года произошло 1065 сейсмических событий, из которых 39 были классом 12 и выше, в том числе Хубсугульское землетрясение ($K=16$). (Куроленко и др., 2021; Снопков и др., 2023).

Нельзя было не обратить внимание, что пик сейсмической активности совпал с периодом резкого подъема уровня воды в Байкале. С 2015 по 2018 год на Байкале наблюдалось маловодие, а затем за три года среднегодовой

уровень воды в озере поднялся почти на 80 см (рис. 1). Такое изменение уровня воды соизмеримо с подъемом водного зеркала во время заполнения водохранилища Иркутской ГЭС (1957–1961 гг.), когда уровень воды поднялся более чем на 100 см. Заполнение водохранилища также совпало с пиком сейсмической активности. Причем даже беглого взгляда на характер изменения параметров достаточно чтобы отметить важную особенность взаимосвязи параметров – пики сейсмической активности соответствуют интервалам резкого изменения среднегодового уровня воды в озере.

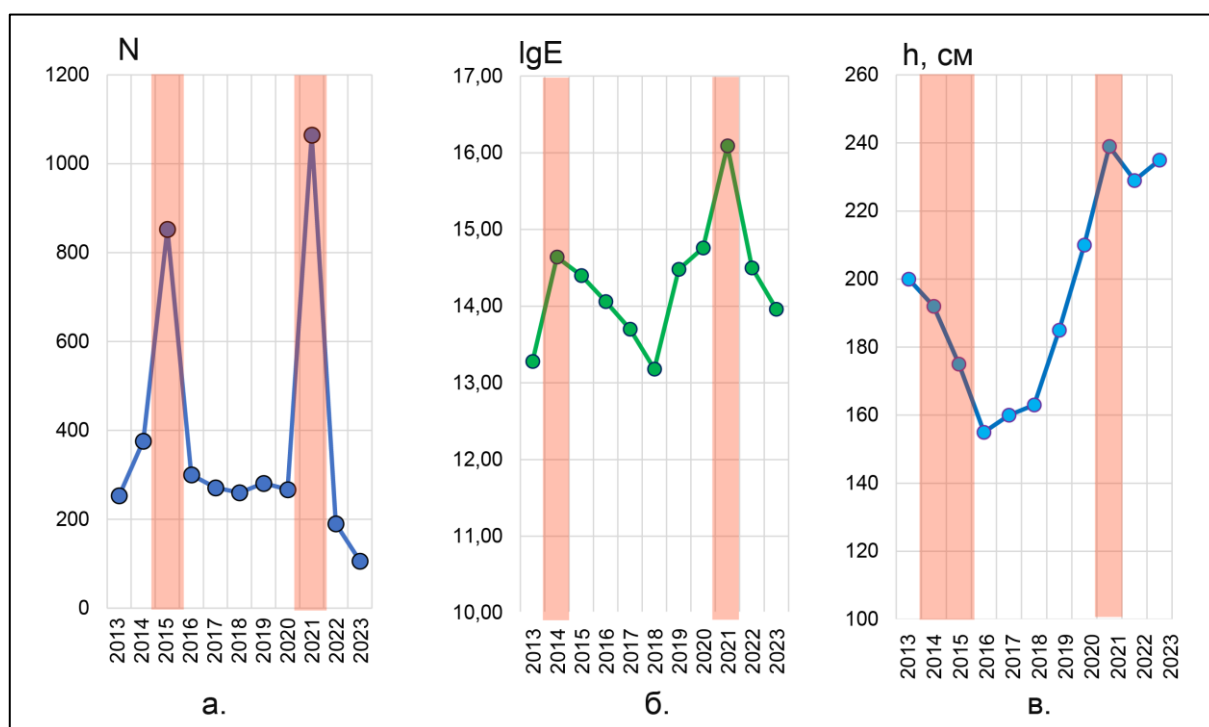


Рис. 1. Характер изменения уровня воды в Байкале и сейсмичности за 11 лет (2013–2023 гг.) (а. – количество сейсмических событий; б. – логарифм суммарной годовой сейсмической энергии; в. – среднегодовой уровень воды в озере, относительно нулевой отметки гидропоста в п. Байкал.

Fig. 1. The nature of changes in the water level in Lake Baikal and seismicity over 11 years (2013–2023) (а. – the number of seismic events; б. – the logarithm of the total annual seismic energy; в. – the average annual water level in the lake, relative to the zero mark of the hydro post in Lake Baikal.

Целью данного исследования была проверка гипотезы о влиянии уровня воды в Байкале на сейсмическую активность Прибайкалья. Очевидно, что изменение объема воды в Байкале не является главным фактором накопления и высвобождения сейсмической энергии в Байкальской рифтовой зоне. Резкие изменения уровня воды в озере, скорее всего, служат своеобразным триггером,

провоцирующим высвобождение накопившейся в недрах энергии.

Основные тезисы данной работы представлялись А.А. Куроленко на ежегодной научной конференции студентов и молодых ученых по наукам о земле геологического факультета ИГУ, которая проходила 10 апреля 2024 г.

Для проверки гипотезы была собрана информация о землетрясениях в Прибайкалье и

изменении уровня воды в озере, изучен характер изменения уровня воды и сейсмической активности, проведен статистический анализ взаимозависимости параметров.

Динамика изменения уровня воды в Байкале и сейсмической активности в Прибайкалье

Сведения о сейсмических событиях были взяты с сайта Байкальского филиала ФГБУН ФИЦ «Единая геофизическая служба РАН», где выставлены данные с 1960 года по настоящее время (Байкальский..., 2025). Данные

об изменении уровня воды в Байкале, относительно нулевой отметки гидропоста в п. Байкал, были получены с сайта «Уровень воды в Байкале (пос. Байкал) сегодня» (Уровень..., 2025) и из атласа «Байкал» (Байкал, 1993, с. 72).

По данным среднегодового уровня воды в озере были рассчитаны значения ежегодного прироста уровня воды (далее, градиент – Δh , см/год), а также модуль градиента (далее, модуль – $|\Delta h|$, см/год). Были построены графики уровня воды, и рассчитанных параметров с 1960 по 2023 гг. (рис. 2).

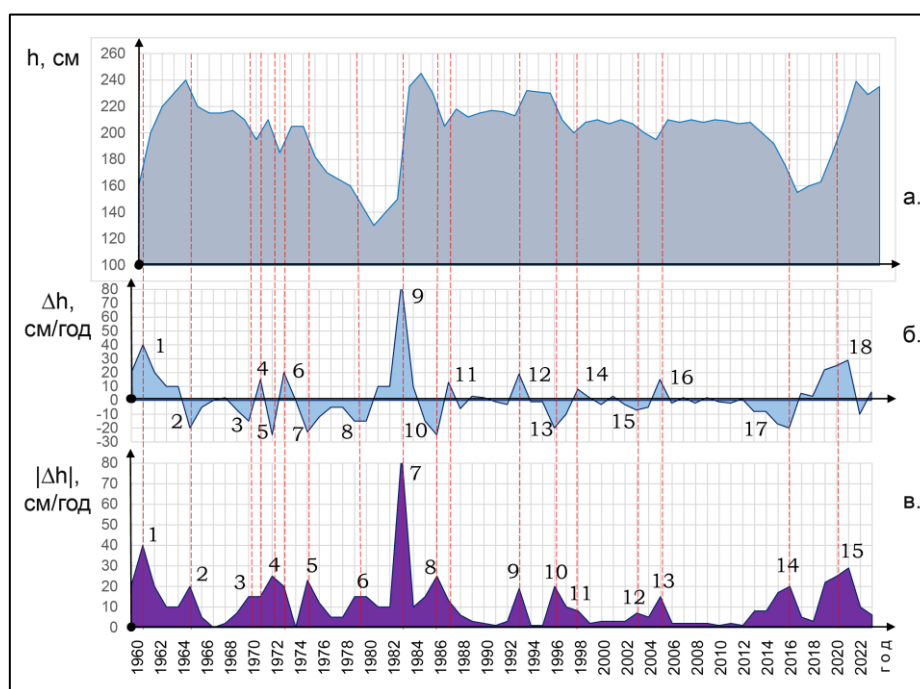


Рис. 2. Характер изменения уровня водного зеркала в Байкале за период с 1960 по 2023 гг.: а. – среднегодовой уровень воды в озере, относительно нулевой отметки гидропоста в п. Байкал; б. – градиент уровня воды; в. – модуль градиента.

Fig. 2. The nature of changes in the level water mirror in Lake Baikal in the period from 1960 to 2023: а. – the average annual water level in the lake, relative to the zero mark of the hydropost in lake Baikal; б. – the gradient of the water level; в. – the modulus of the gradient.

На графике градиента выделяется 18 временных интервалов, когда за год уровень воды изменялся на 10 и более см. На графике модуля градиента таких интервалов выделяется 15, так как некоторые разнонаправленные колебания уровня по модулю объединяются в единые интервалы (см. рис. 2).

По данным базы Байкальского филиала «Единой геофизической службы РАН» были проведены расчеты параметров, характеризующих сейсмическую активность: количество сейсмических событий, классом 8.6 и выше

(N); количество сейсмических событий, классом 12 и выше ($N > 12$) – «сильные» события; суммарная годовая энергия сейсмических событий, классом 8.6 и выше ($E, Дж$); суммарная годовая энергия сейсмических событий, классом ниже 12 ($E < 12, Дж$) – «слабые» события (см. рис. 2). В расчет были включена вся территория Прибайкалья и Забайкалья, по которой публикуются данные Байкальским филиалом «Единой геофизической службы РАН».

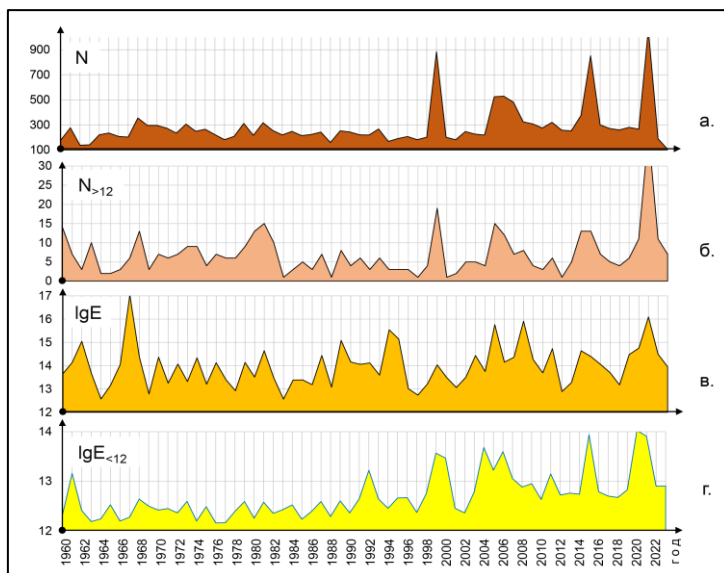


Рис. 3. Динамика сейсмической активности за период с 1960 по 2023 гг.: а. – количество сейсмических событий, классом 8.6 и выше; б. – количество сейсмических событий, классом 12 и выше; в. – суммарная годовая энергия сейсмических событий, классом 8.6 и выше; г. – суммарная годовая энергия сейсмических событий, классом ниже 12.

Fig. 3. Dynamics of seismic activity for the period from 1960 to 2023: а. – number of seismic events, class 8.6 and above; б. – number of seismic events, class 12 and above; в. – total annual energy of seismic events, class 8.6 and above; г. – total annual energy of seismic events, class below 12.

Расчет коэффициентов корреляции между параметрами, характеризующими сейсмичность Прибайкалья и динамику уровня

Байкала, показал отсутствие взаимосвязи между их абсолютными значениями (Харченко, 2008, с. 13) (рис. 4).

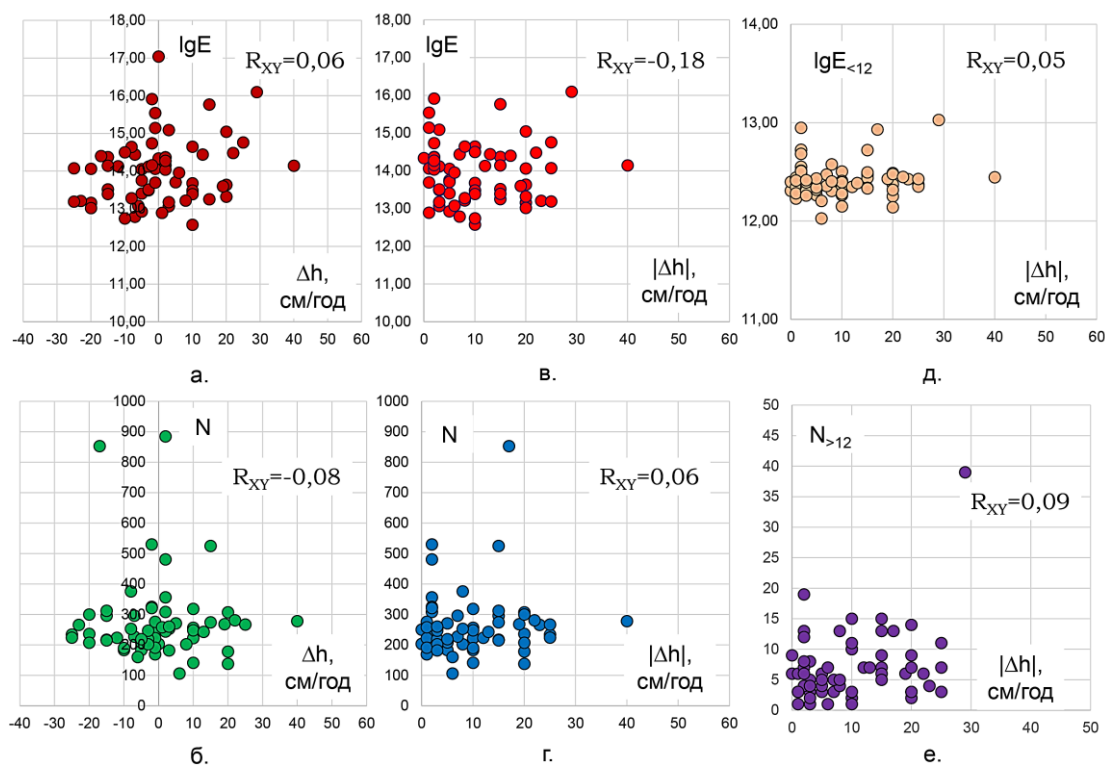


Рис. 4. Диаграммы рассеивания параметров, характеризующими сейсмичность Прибайкалья и динамику уровня Байкала. На каждой диаграмме указаны коэффициенты корреляции. Критическое значение при доверительной вероятности 0.95 % составляет 0.25.

Fig. 4. Dispersion diagrams of parameters characterizing the seismicity of the Baikal region and the dynamics of the Baikal level. Each chart shows the correlation coefficients. The critical value with a confidence probability of 0.95 % is 0.25.

Совместный анализ гидрологических и сейсмических параметров

Несмотря на то, что корреляционный анализ значений гидрологических и сейсмических параметров показал отсутствие статистических взаимосвязей между ними, анализ динамики аномальных «всплесков» данных свидетельствует об их схожести.

Сопоставление аномальных пиков в распределении анализируемых параметров выявило, что в большинстве случаев они происходили синхронно (рис. 5, 6). С учетом того, что анализировались значения осредненные для календарного года и последовавшие через несколько месяцев за изменением уровня

Байкала сейсмические события формально могли произойти в следующем году, сравнение аномальных пиков выполнялось в период 2 лет – год, соответствующий «всплеску» гидрологического параметра, плюс один. 15 эпизодам повышения $|\Delta h|$ соответствовало 15 локальных скачков количества сейсмических событий (N) и 14 – аномалий повышения годовой сейсмической энергии (E). При этом «всплесков» сейсмических параметров, которым не сопутствовали (или не предшествовали) гидрологические за анализируемый период было 4 и 5, соответственно (рис. 5).

Сопоставление аномалий $|\Delta h|$ с количеством «сильных» событий ($N_{>12}$) и суммарной энергией «слабых» ($E_{<12}$) также показало повторяемость пиковых значений в 13 случаях.

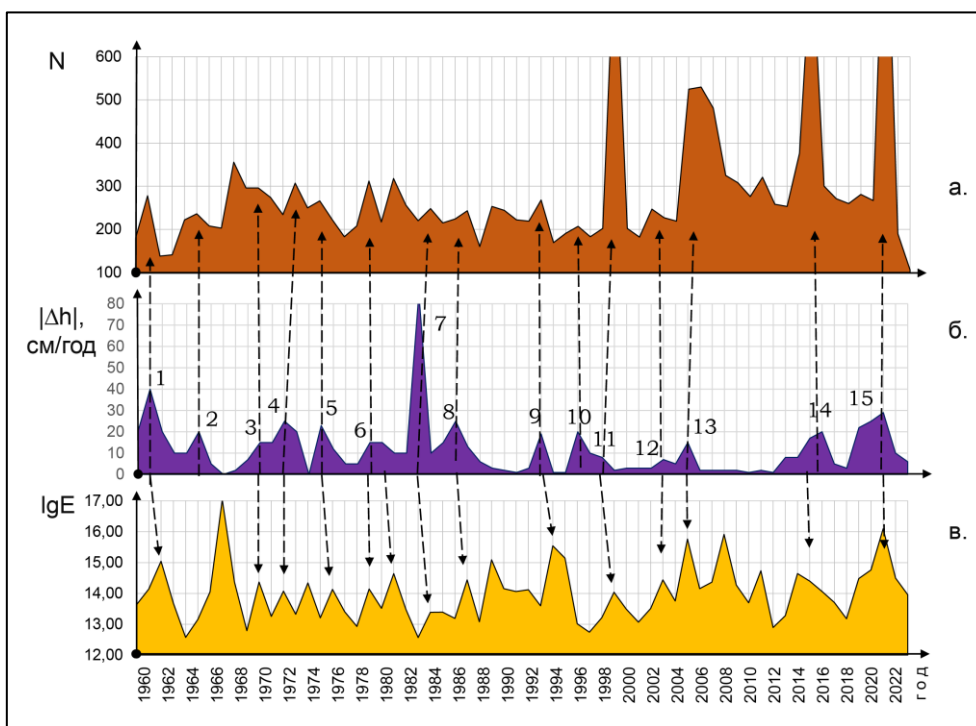


Рис. 5. Графики сейсмических (N – а, lgE – в) и гидрологических ($|\Delta h|$ – б) параметров для территории Прибайкалья, с указанием корреляции пиковых значений (пунктирные стрелки).

Fig. 5. Graphs of seismic (N – а, lgE – в) and hydrological ($|\Delta h|$ – б) parameters for the Baikal territory, indicating the correlation of peak values (dotted arrows).

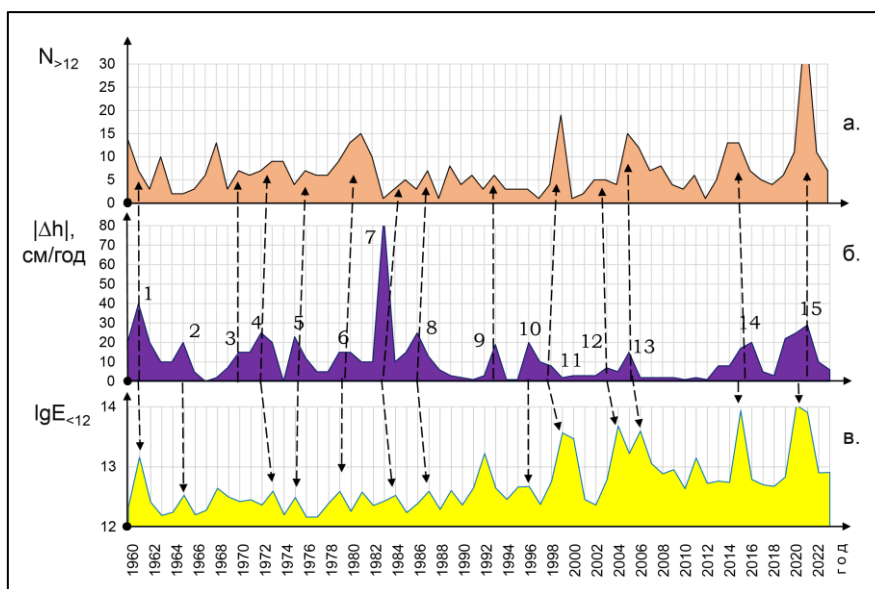


Рис. 6. Графики сейсмических ($N_{>12}$ – а, $lgE_{<12}$ – в) и гидрологических ($|\Delta h|$ – б) параметров для территории Прибайкалья, с указанием корреляции пиковых значений (пунктирные стрелки).

Fig. 6. Graphs of seismic ($N_{>12}$ – а, $lgE_{<12}$ – в) and hydrological ($|\Delta h|$ – б) parameters for the Baikal territory, indicating the correlation of peak values (dotted arrows).

При этом на диаграммах рассеивания гидрологических (Δh и $|\Delta h|$) и сейсмических (N и E) параметров облака пиковых значений не имеют значимой взаимосвязи (рис. 7). То есть, изменение уровня воды провоцирует сейсмическую активность, но сама величина

этой активности не связана со скоростью изменения уровня воды. Интересно то, что при понижении уровня воды высвобождающаяся сейсмическая энергия на порядок ниже энергии событий при повышении уровня воды (рис. 7в).

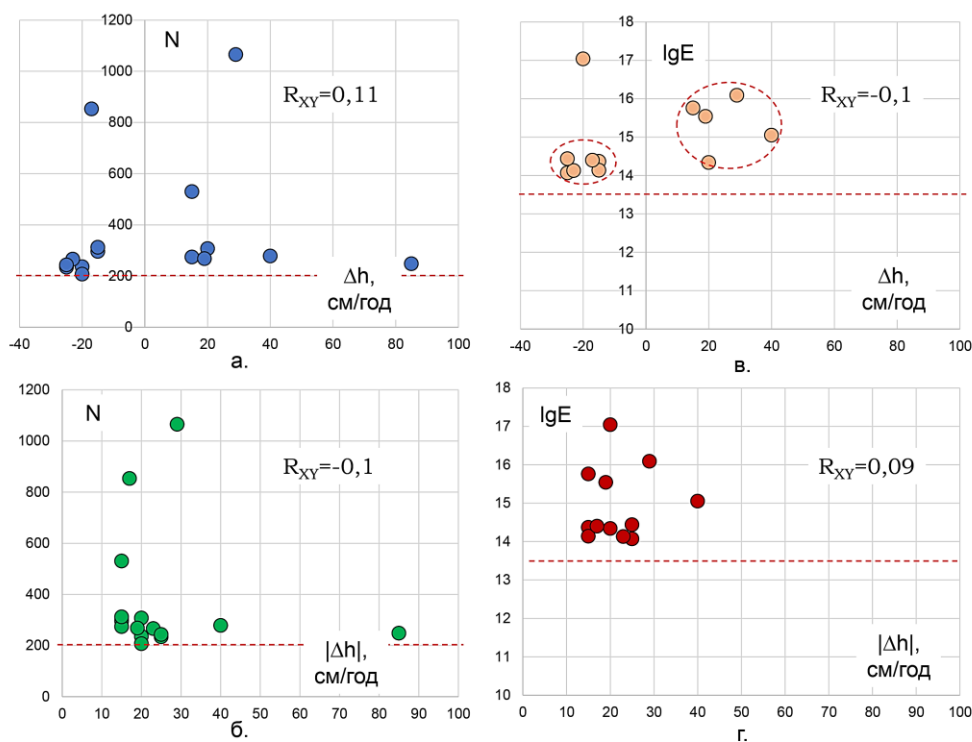


Рис. 7. Диаграммы рассеивания пиковых значений гидрологических (Δh и $|\Delta h|$) и сейсмических параметров (N и E). На каждой диаграмме указаны коэффициенты корреляции. Критическое значение при доверительной вероятности 0.95 % составляет 0.504. Красной пунктирной линией указан фоновый уровень сейсмических параметров.

Fig. 7. Dispersion diagrams of peak values of hydrological (Δh and $|\Delta h|$) and seismic parameters (N and E). Each chart shows the correlation coefficients. The critical value with a confidence probability of 0.95 % is 0.504. The red dotted line indicates the background level of seismic parameters.

Пространственное распространение эффектов

Во время представления работы на ежегодной научной конференции студентов и молодых ученых по наукам о земле геологического факультета ИГУ, профессором С.В. Рассказовым было высказано мнение о необходимости проанализировать насколько

пространственно широко проявляется описанный выше эффект на территории Байкальской рифтовой зоны (БРЗ).

Для решения этой задачи из базы данных о сейсмических событиях по Прибайкалью были сделаны 3 выборки: I – «Байкал» (озеро Байкал и территория непосредственно к нему примыкающая), II – «Север» (северо-восточная часть БРЗ), III – «Юг» (юго-западная часть БРЗ) (рис. 8).

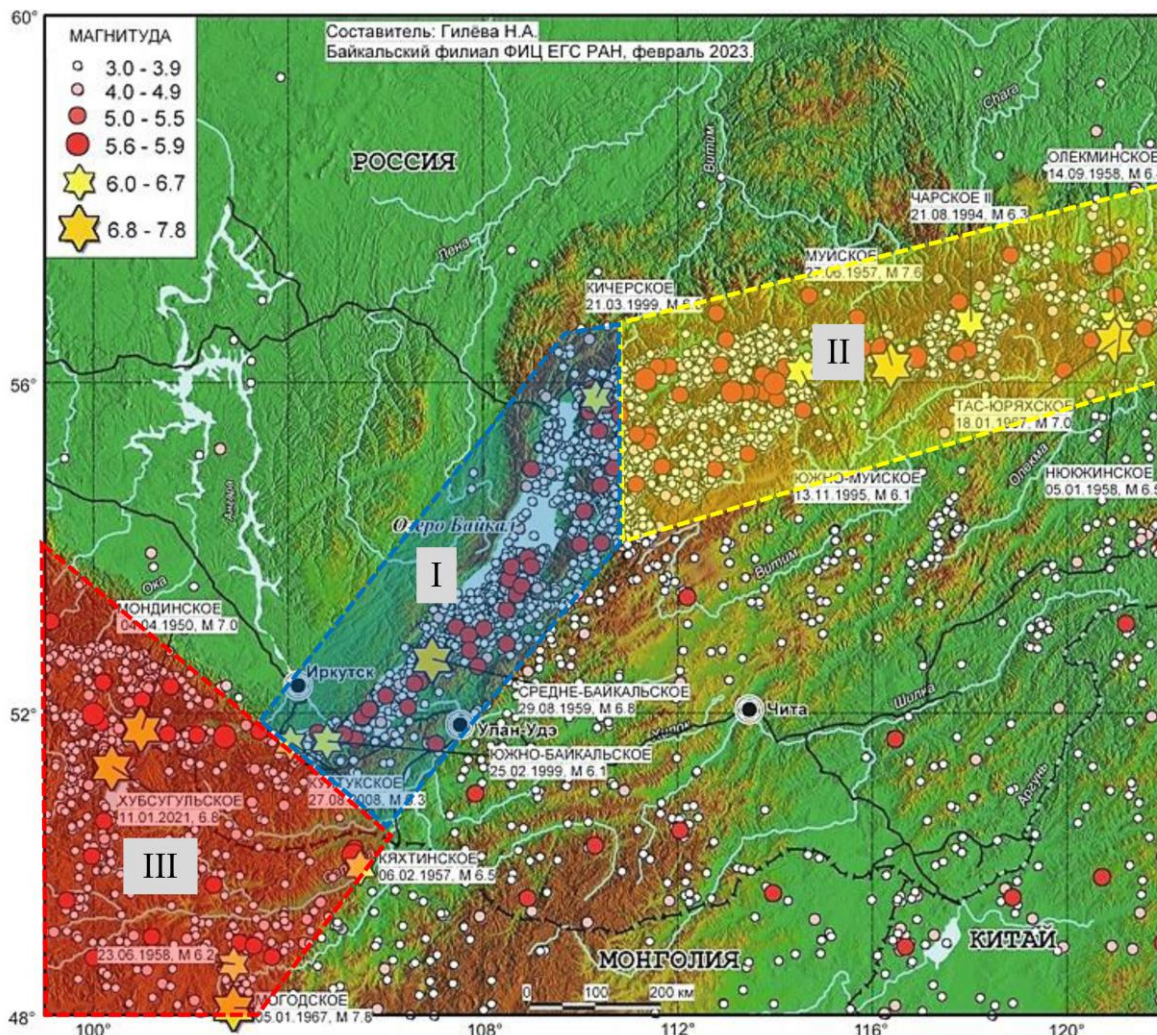


Рис. 8. Карта эпицентров землетрясений с магнитудой $M \geq 3$ территории Прибайкалья и Забайкалья за период 1950–2022 гг. (с сайта Байкальского филиала «Единой геофизической службы РАН»), с указанием площадей «Байкал», «Север» и «Юг».

Fig. 8. A map of earthquake epicenters with a magnetic magnitude of $M \geq 3$ in the Baikal and Trans-Baikal territories for the period 1950–2022 (from the website of the Baikal branch of the Unified Geophysical Service of the Russian Academy of Sciences), indicating the areas "Baikal", "North" and "South".

На рис. 9 показаны графики суммарной сейсмической энергии и количества сейсмических событий по годам за период с 1960 по 2023 гг. для всех трех полигонов.

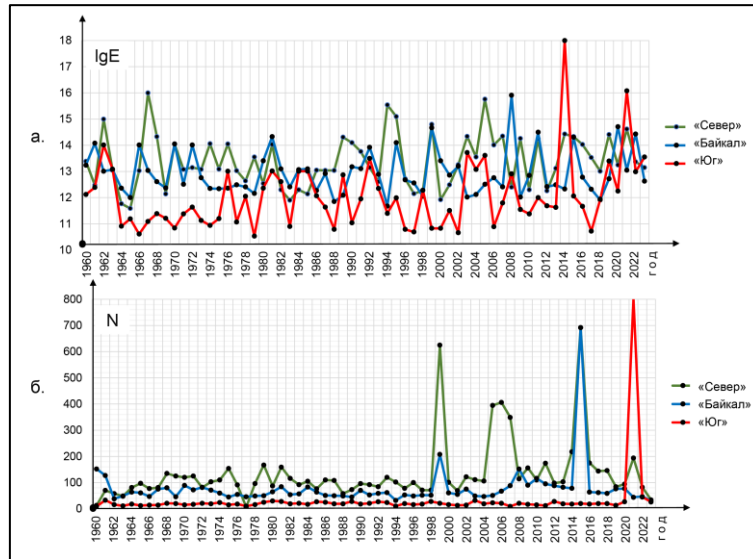


Рис. 9. Графики суммарной сейсмической энергии (а) и количества сейсмических событий (б) по годам за период с 1960 по 2023 гг. для площадей «Байкал», «Север» и «Юг».

Fig. 9. Graphs of total seismic energy (a) and the number of seismic events (б) by year for the period from 1960 to 2023 for the Baikal, North and South areas.

На рисунке 10 (а, б) приведены коэффициенты корреляции (R_{XY}) сейсмических параметров (N , E , $N_{>12}$ и $E_{<12}$) для площадей «Байкал», «Север» и «Юг». Полученные R_{XY} показывают, что несмотря на удаленность и особенности геологического строения площадей, сейсмические процессы имеют высокую схожесть. Так, например, значимая статистическая связь отмечается при сравнении: количества сейсмических событий для площадей «Байкал» и «Север» ($R_{XY}=0.68$),

суммарной энергии «слабых» событий для площадей «Север» и «Юг» ($R_{XY}=0.61$). А распределение количества «сильных» событий площади «Север» коррелируется с тем же параметром площадей «Байкал» ($R_{XY}=0.35$) и «Юг» ($R_{XY}=0.53$), при этом данные параметры самих полигонов («Байкал» и «Юг») находятся в обратной зависимости ($R_{XY}=-0.25$). Примеры значимых статистических взаимосвязей показаны в виде диаграмм рассеивания на рис. 10 (в, г).

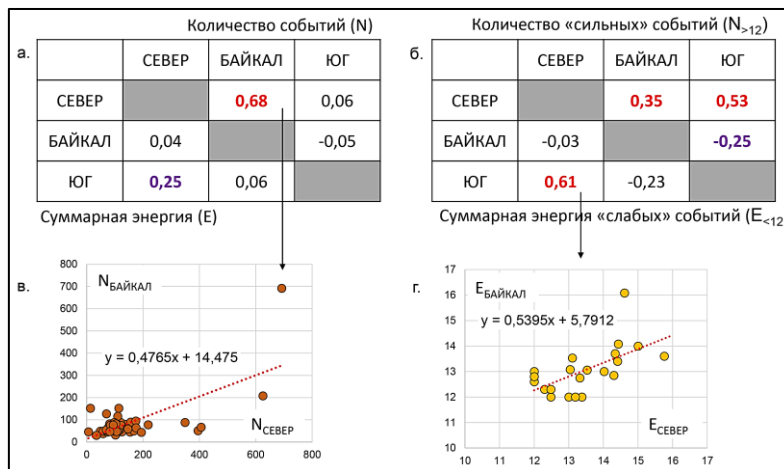


Рис. 10. Коэффициенты корреляции сейсмических параметров (N , E , $N_{>12}$ и $E_{<12}$) для площадей «Байкал», «Север» и «Юг» (а, б). Критическое значение при доверительной вероятности 0.95 % составляет 0.25. Красным цветом выделены значимые величины, фиолетовым – на уровне критического, черным – ниже критического. Внизу показаны диаграммы рассеивания значений годового количества событий для площадей «Север» и «Байкал» (в) и значений суммарной годовой энергии «слабых» событий (г). На диаграммах указан линейный тренд зависимостей и регрессионное уравнение.

Fig. 10. Correlation coefficients of seismic parameters (N, E, N12 and E12) for the Baikal, North and South areas (a, б). The critical value with a confidence probability of 0.95 % is 0.25. Significant values are highlighted in red, purple – at the critical level, black – below the critical level. The diagrams below show the dispersion of the values of the annual number of events for the "North" and "Baikal" areas (в) and the values of the total annual energy of "weak" events (г). The diagrams show a linear trend of dependencies and a regression equation.

Для всех трех площадей было проведено сопоставление аномальных интервалов гидрологического параметра ($|\Delta h|$) и сейсмических параметров (N, E, $N_{>12}$ и $E_{<12}$), подобно тому, как это было сделано для всей

территории БРЗ (рис. 5, 6). Рисунки 11, 12, 13, 14, 15, 16 иллюстрируют результаты этого анализа. Очевидно, что общая тенденция по полигонам такая же, как и для всей БРЗ, при этом каждый имеет свои особенности.

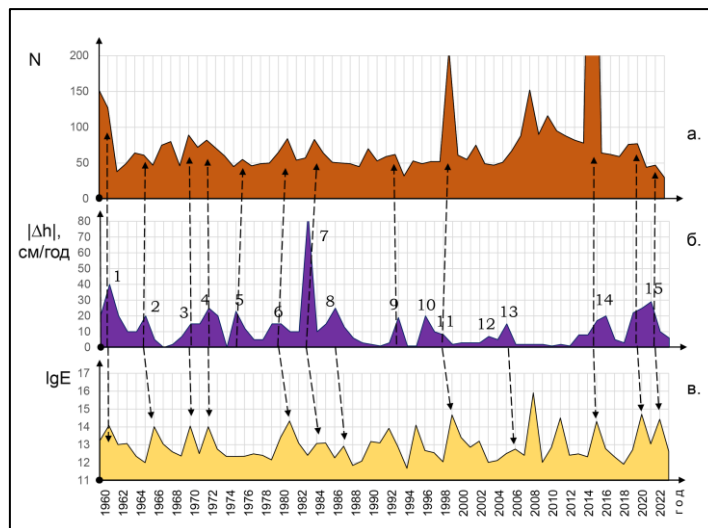


Рис. 11. Графики сейсмических (N – а, lgE – в) и гидрологических ($|\Delta h|$ – б) параметров для площади «Байкал», с указанием корреляции пиковых значений (пунктирные стрелки).

Fig. 11. Graphs of seismic (N – а, lgE – в) and hydrological ($|\Delta h|$ – б) parameters for the square «Baikal», indicating the correlation of peak values (dotted arrows).

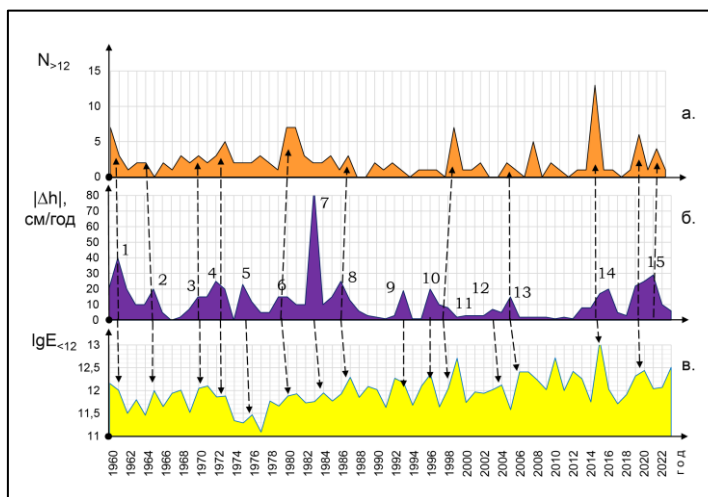


Рис. 12. Графики сейсмических ($N_{>12}$ – а, $lgE_{<12}$ – в) и гидрологических ($|\Delta h|$ – б) параметров для площади «Байкал», с указанием корреляции пиковых значений (пунктирные стрелки).

Fig. 12. Graphs of seismic ($N_{>12}$ – а, $lgE_{<12}$ – в) and hydrological ($|\Delta h|$ – б) parameters for the square «Baikal», indicating the correlation of peak values (dotted arrows).

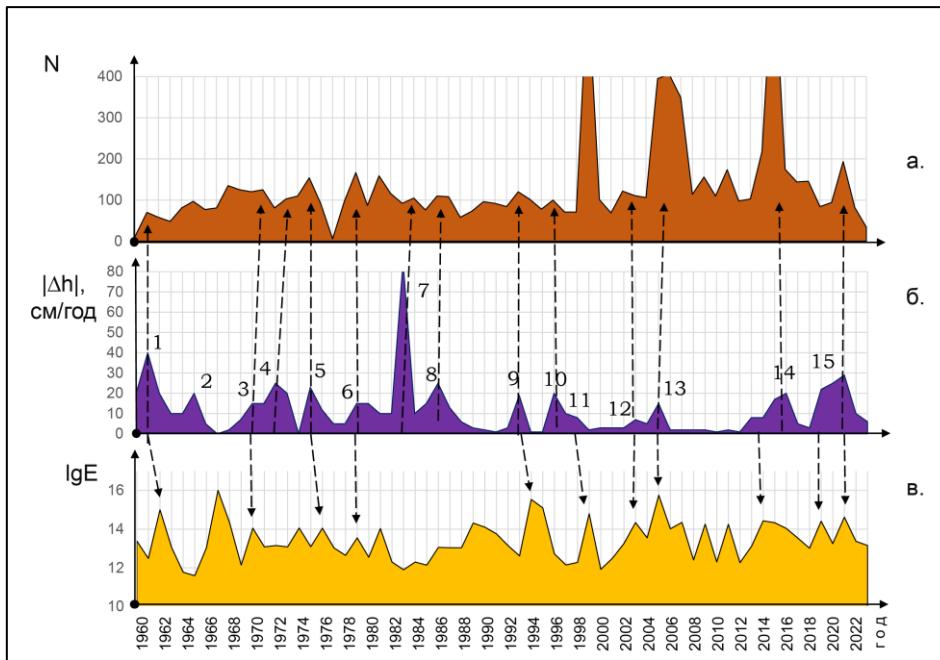


Рис. 13. Графики сейсмических (N – а, $\lg E$ – в) и гидрологических ($|\Delta h|$ – б) параметров для площади «Север», с указанием корреляции пиковых значений (пунктирные стрелки).

Fig. 13. Graphs of seismic (N – а, $\lg E$ – в) and hydrological ($|\Delta h|$ – б) parameters for the square «North», indicating the correlation of peak values (dotted arrows).

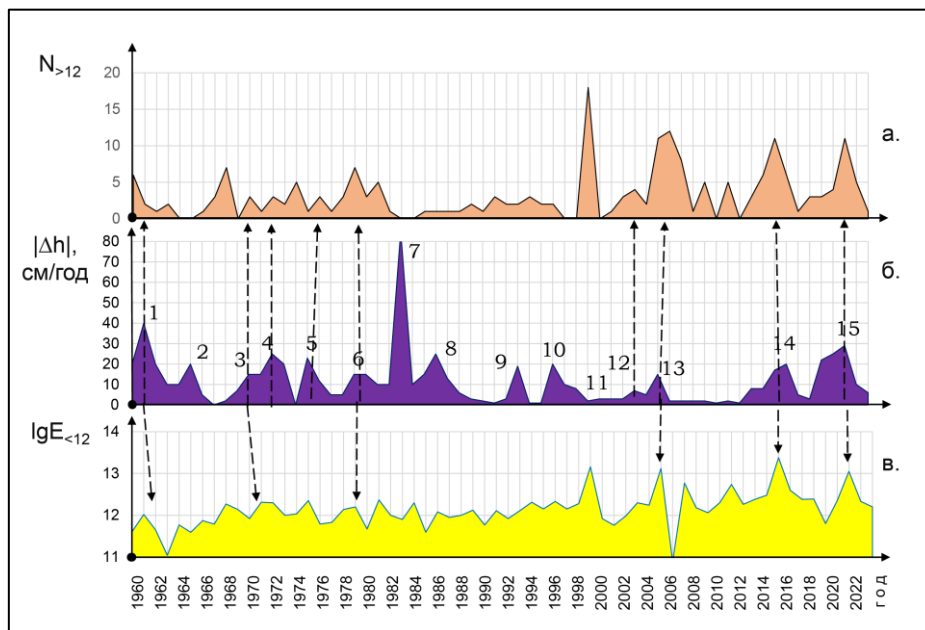


Рис. 14. Графики сейсмических ($N_{>12}$ – а, $\lg E_{<12}$ – в) и гидрологических ($|\Delta h|$ – б) параметров для площади «Север», с указанием корреляции пиковых значений (пунктирные стрелки).

Fig. 14. Graphs of seismic ($N_{>12}$ – а, $\lg E_{<12}$ – в) and hydrological ($|\Delta h|$ – б) parameters for the square «North», indicating the correlation of peak values (dotted arrows).

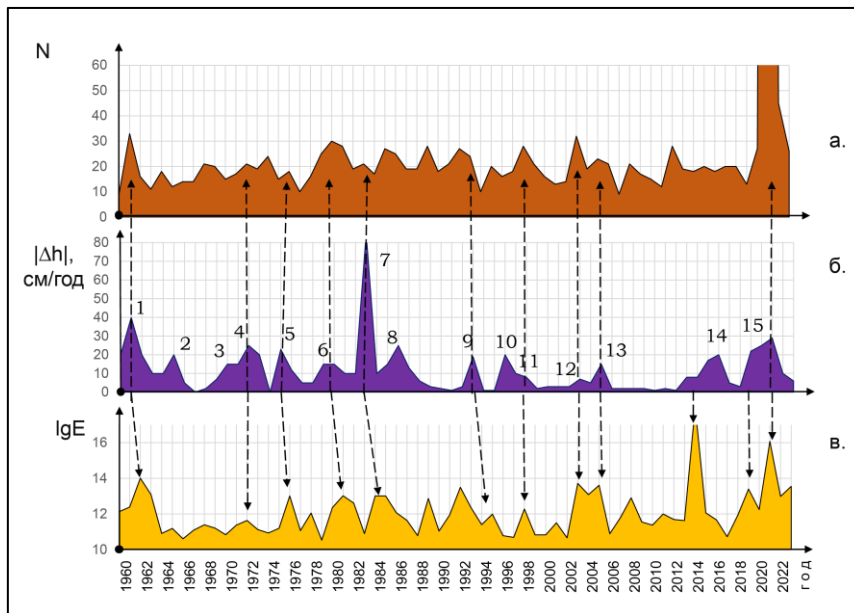


Рис. 15. Графики сейсмических (N – а, IgE – в) и гидрологических ($|\Delta h|$ – б) параметров для площади «Юг», с указанием корреляции пиковых значений (пунктирные стрелки).

Fig. 15. Graphs of seismic (N – а, IgE – в) and hydrological ($|\Delta h|$ – б) parameters for the square «South», indicating the correlation of peak values (dotted arrows).

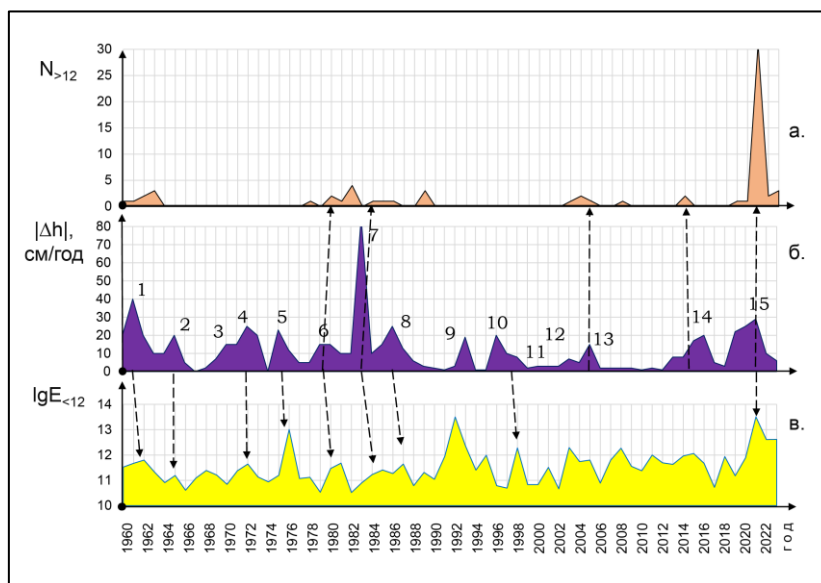


Рис. 16. Графики сейсмических ($N_{>12}$ – а, $IgE_{<12}$ – в) и гидрологических ($|\Delta h|$ – б) параметров для площади «Юг», с указанием корреляции пиковых значений (пунктирные стрелки).

Fig. 16. Graphs of seismic ($N_{>12}$ – а, $IgE_{<12}$ – в) and hydrological ($|\Delta h|$ – б) parameters for the square «South», indicating the correlation of peak values (dotted arrows).

Для того чтобы количественно сравнить полученные данные по площадям был использован ϕ -коэффициент сопряжённости Пирсона, который позволяет оценить взаимосвязь бинарных данных. (Харченко, 2008, с. 29–30) Вся последовательность значений гидрологических и сейсмических параметров

была преобразована в бинарную последовательность: локальный пик на графике – 1; остальные значения – 0. Расчет ϕ -коэффициента производился по формуле:

$$\phi = \frac{ad - bc}{\sqrt{(a + b)(c + d)(a + c)(b + d)}}$$

где, a – количество пар, имеющих значения 0-0; b – количество пар, имеющих значения 1-0; c – количество пар, имеющих значения 0-1; d – количество пар, имеющих значения 1-1.

В таблице 1 представлены результаты расчета ϕ -коэффициент сопряженности Пирсона модуля градиента уровня воды в Байкале ($|\Delta h|$) с сейсмическими параметрами (N , E , $N_{>12}$ и $E_{<12}$).

Т а б л и ц а 1

ϕ -коэффициент сопряженности Пирсона

Table 1

Pearson conjugacy coefficient

Сейсмический параметр	БРЗ	«Байкал»	«Север»	«Юг»
N	0.85	0.69	0.66	0.48
E	0.69	0.64	0.48	0.31
$N_{>12}$	0.8	0.52	0.52	0.64
$E_{<12}$	0.72	0.68	0.27	0.42

Из таблицы 1 видно, что на площади «Байкал», в целом, коррелируемость гидрологических и сейсмических параметров выше, чем у тех же характеристик полигонов «Север» и «Юг». При этом, площадь «Север» имеет высокую статистическую взаимосвязь $|\Delta h|$ с N , а полигон «Юг» – $|\Delta h|$ с $N_{>12}$. Самые низкие значения ϕ -коэффициента имеет сравнение $|\Delta h|$ с $E_{<12}$ для площади «Север» и E для полигона «Юг».

проявляются в сейсмических параметрах разных полигонов. За 64-летний анализируемый период выделяется: 4 временных отрезка, где изменения $|\Delta h|$ проявляются в сейсмических параметрах всех полигонов; 2 интервала, когда гидрологические изменения никак не проявлялись в сейсмичности полигона «Байкал»; 2 интервала, которые не проявлялись в сейсмичности полигонов «Север» и «Юг» (причем эти интервалы не совпадают с интервалами площади «Байкал»).

На рисунке 17 показано, как разновременные эпизоды повышения значений $|\Delta h|$

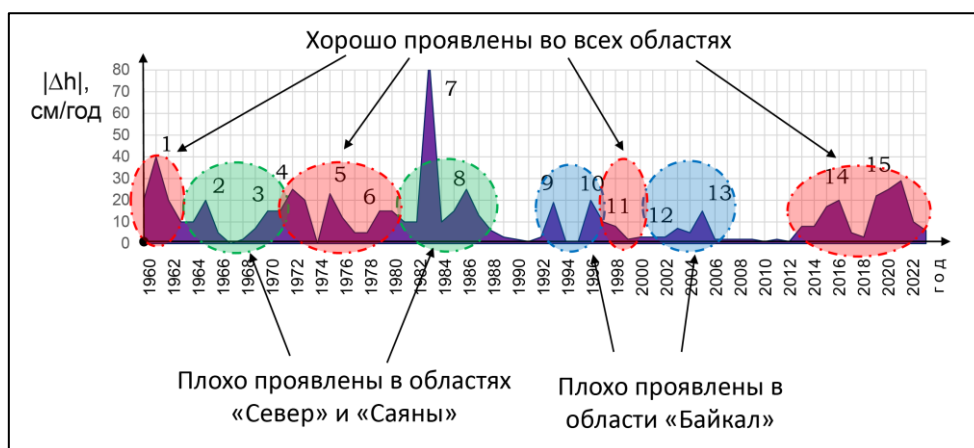


Рис. 17. График $|\Delta h|$, на котором выделены особенности проявления сейсмических параметров для площадок «Байкал», «Север» и «Юг».

Fig. 17. Graph $|\Delta h|$, which highlights the features of the manifestation of seismic parameters for the «Baikal», «North» and «South» squares.

Наибольшей сопряженностью гидрологических и сейсмических параметров (табл. 1) обладают суммарные данные по всей

территории БРЗ. Изменение уровня воды в Байкале проявляется в следующих вариантах:

- активизация сейсмической активности по всей территории Прибайкалья;
активизация сейсмической активности в одном либо двух полигонах, при этом аномальные сейсмические события на другом отсутствуют (например, может происходить активизация на площадях «Север» и «Юг», при этом полигон «Байкал» остается относительно спокойным»).

Такой характер сейсмической активности соответствует предположению о триггерном характере воздействия изменений уровня озера. Аномалии изменения уровня воды вызывают сейсмическую активность на той территории, где произошло достаточное накопление сейсмической энергии. При этом «спусковым крючком» сейсмических событий гидрологические изменения могут стать при одновременном воздействии с другими факторами, например космическими.

Заключение

Проведенный статистический анализ гидрологических параметров озера Байкал позволил выделить 15 временных интервалов быстрого изменения среднегодового уровня воды. Сопоставление этих интервалов с пиками сейсмической активности в Прибайкалье показало, что её увеличение происходит синхронно выделенным аномальным интервалам модуля градиента, но при этом сама величина этой активности не связана с величиной амплитуды и скорости изменения уровня воды. Таким образом, можно предположить, что изменение уровня воды в Байкале является своеобразным триггером геологических процессов – наряду с геологическими и космическими, гидрологический фактор провоцирует увеличение количества и энергии сейсмических событий. В ходе статистического анализа отмечено, что при понижении уровня воды высвобождающаяся сейсмическая энергия на порядок ниже, чем при повышении.

Сравнение сейсмической активности в юго-западной, центральной и северо-восточной части БРЗ показало общую схожесть процессов. Значимая статистическая связь отмечается у количества сейсмических событий для площадей «Байкал» и «Север», у

суммарной энергии «слабых» событий для площадей «Север» и «Юг» ($R_{XY}=0.61$). Количество «сильных» событий площади «Север» коррелируется с тем же параметром для площадей «Байкал» и «Юг».

Сравнение сейсмической активности и характера изменения уровня воды в Байкале показало, что их взаимосвязь для разных полигонов проявляется по-разному. В одних случаях, аномалии модуля градиента могут вызывать активизацию сейсмической активности по всей территории БРЗ, в других – только в одном (либо двух). За весь 64-летний анализируемый период было 4 временных отрезка, когда на изменения $|\Delta h|$ реагировала сейсмическая активность всех полигонов; 2 интервала, когда на гидрологические изменения никак не реагировал полигон «Байкал»; и 2 интервала, когда сейсмичность полигонов «Север» и «Юг» «проигнорировала» аномалии $|\Delta h|$. Наибольшей сопряженностью гидрологических и сейсмических параметров обладают суммарные данные по всей БРЗ.

Выявленные закономерности носят статистический и гипотетический характер и требуют дальнейшего изучения. В рамках исследования проходило осреднение данных с интервалом в 1 год, что, как выяснилось, является достаточно «грубой» аппроксимацией. В дальнейшем, необходимо провести анализ уменьшив интервал осреднения до 1 месяца. В этом есть смысл, так как годовой ход уровня воды в Байкале достаточно велик – в среднем 80–90 см (в редких случаях до 140 см), при этом среднемесячная амплитуда градиента изменяется от 0 до 30 см/мес.

Литература

Байкал. Атлас. М.: Федеральная служба геодезии и картографии России, 1993, 160 с.

Байкальский филиал ФГБУН ФИЦ «Единая геофизическая служба РАН». URL: <http://seis-bykl.ru/> (дата обращения: 28.01.2025)

Куроленко А.А., Снопков С.В. Хубсугульское землетрясение 2021 года // Вестник Иркутского университета / ФГБОУ ВО «ИГУ». Иркутск: Издательство ИГУ, 2021. Вып. 24. С. 48–50.

Снопков С.В., Куроленко А.А. Хубсугульское землетрясение 12 января 2021 г. и афтершоки: электрохимические отклики подземных вод юго-

западного побережья Байкала // Геология и окружающая среда. 2023. Т. 3, № 1. С. 172–180.

Уровень воды в Байкале (пос. Байкал) сегодня. URL: <https://allrivers.info/gauge/baykal> (дата обращения: 28.01.2025)

Харченко М.А. Корреляционный анализ. Учебное пособие для ВУЗов. Воронеж: Издательско-полиграфический центр ВГУ, 2008. 30 с.

References

Baikal. Atlas. Moscow: Federal Service of Geodesy and Cartography of Russia, 1993, 160 p.

Baikal branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Unified Geophysical Service of the Russian Academy of Sciences". URL: <http://seis-bykl.ru/> (date of access: 28.01.2025)

Kurolenko A.A., Snopkov S.V. The Khubsugul earthquake of 2021 // Bulletin of Irkutsk University / IGU Federal State Budgetary Educational Institution. Irkutsk: IGU Publishing House, 2021, Vol. 24. P. 48–50.

Snopkov S.V., Kurolenko A.A. The Khubsugul earthquake on January 12, 2021 and aftershocks: electrochemical responses of groundwater on the southwestern coast of Lake Baikal // Geology and the environment. 2023. Vol. 3, No. 1. P. 172–180. DOI 10.26516/2541-9641.2023.1.172. EDN: HZVDAG

The water level in Lake Baikal (Baikal village) today. URL: <https://allrivers.info/gauge/baykal> (date of access: 28.01.2025)

Kharchenko M.A. Correlation analysis. Textbook for universities. Voronezh: VSU Publishing and Printing Center, 2008. 30 p.

Снопков Сергей Викторович,

*кандидат геолого-минералогических наук, доцент,
664003, Россия, г. Иркутск, ул. Карла Маркса, 1,
Иркутский государственный университет,
доцент,*

664033, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 91,

*Сибирская школа геонаук, Иркутский национальный исследовательский технический университет,
научный сотрудник,*

email: snopkov_serg@mail.ru

Snopkov Sergey Viktorovich,

Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor,

Karl Marx st., 1, Irkutsk, 664003, Russia,

Irkutsk State University,

Associate Professor,

91 Lermontov st., Irkutsk, 664033, Russia,

Siberian School of Geosciences, Irkutsk National Research Technical University,

Researcher,

email: snopkov_serg@mail.ru

Куроленко Анатолий Александрович,

664003, Россия, г. Иркутск, ул. Карла Маркса, 1,

Иркутский государственный университет,

магистрант,

email: kurolenko.01@mail.ru

Kurolenko Anatoly Aleksandrovich,

1 Karl Marx st., Irkutsk, 664003, Russia,

Irkutsk State University,

Master's student at IGU,

email: kurolenko.01@mail.ru