

© Авторы, 2025 г.
Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution
License 4.0 International (CC BY 4.0)



© The Authors, 2025.
Content is available under Creative Commons Attribution
License 4.0 International (CC BY 4.0)

УДК 550.34:(571.61/.64)

<https://doi.org/10.30730/gtr.2025.9.2.182-196>
<https://www.elibrary.ru/xzupuo>

Сейсмичность юга Дальнего Востока России в 2024 году

Д. А. Сафонов^{@1}, Е. П. Семенова², Д. В. Костылев^{1,2}, М. А. Щукин²

@E-mail: d.safonov@imgg.ru

¹ Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, Южно-Сахалинск, Россия

² Сахалинский филиал ФИЦ «Единая геофизическая служба РАН», Южно-Сахалинск, Россия

Резюме. Работа продолжает цикл ежегодных кратких обзоров сейсмичности южной части Дальнего Востока России, основанный на данных каталога регионального информационно-обрабатывающего центра «Южно-Сахалинск» Сахалинского филиала ФИЦ «Единая геофизическая служба РАН». Приведены основные параметры сейсмичности изучаемой территории в 2024 г.: карты эпицентров землетрясений и их максимальных макросейсмических проявлений, статистическая оценка уровня сейсмичности СОУС'09, графики Бенъофа, карты плотности условной упругой деформации. Дана информация об отдельных наиболее значимых и интересных для детального изучения землетрясениях. Сейсмичность юга Дальнего Востока России в 2024 г. остается умеренной, в пределах фонового уровня. При этом отмечается пониженный уровень коровой и верхнемантийной сейсмичности ($h \leq 70$ км). Почти все сильные землетрясения 2024 г. произошли в интервале глубоких землетрясений ($h > 70$ км). Наиболее сильное землетрясение с $M_w = 6.8$ произошло в средней части Курильской островной дуги на глубине $h = 182$ км.

Ключевые слова: землетрясения, сейсмичность, сейсмическая активность, Приамурье, Приморье, Сахалин, Курило-Охотский регион

Seismicity of the south of the Russian Far East in 2024

Dmitry A. Safonov^{@1}, Elena P. Semenova², Dmitry V. Kostylev^{1,2}, Michail A. Shchukin²

@E-mail: d.safonov@imgg.ru

¹ Institute of Marine Geology and Geophysics, FEB RAS, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia

² Sakhalin Branch of the FRC "Geophysical Survey of the Russian Academy of Sciences",
Yuzhno-Sakhalinsk, Russia

Abstract. The paper continues the series of annual brief reviews of the seismicity in the southern part of the Russian Far East, based on the data from the catalog of the "Yuzhno-Sakhalinsk" Regional Information Processing Center of the Sakhalin Branch of the Federal Research Center "Geophysical Survey of the Russian Academy of Sciences". The main parameters of the seismicity of the studied area in 2024 are given: maps of earthquake epicenters and their maximum macroseismic effects, statistical estimate of the seismicity level SESL'09, Benioff graphs, and density maps of nominal elastic deformation. The information on some of the most significant and interesting for detailed study earthquakes is given. Seismicity of the south of the Russian Far East remains moderate in 2024, within the background level. At the same time, there is a reduced level of crustal and upper mantle seismicity ($h \leq 70$ km). Almost all major earthquakes in 2024 occurred in the interval of deep earthquakes ($h > 70$ km). The strongest earthquake with $M_w = 6.8$ occurred in the middle part of the Kuril Island arc at the depth of $h = 182$ km.

Keywords: earthquakes, seismicity, seismic activity, Amur region, Primorye, Sakhalin, Kuril-Okhotsk region

Для цитирования: Сафонов Д.А., Семенова Е.П., Костылев Д.В., Щукин М.А. Сейсмичность юга Дальнего Востока России в 2024 году. *Геосистемы переходных зон*, 2025, т. 9, № 2, с. 182–196. <https://doi.org/10.30730/gtr.2025.9.2.182-196>; <https://www.elibrary.ru/xzupuo>

For citation: Safonov D.A., Semenova E.P., Kostylev D.V., Shchukin M.A. Seismicity of the south of the Russian Far East in 2024. *Geosistemy perehodnykh zon = Geosystems of Transition Zones*, 2025, vol. 9, No. 2, pp. 182–196. (In Russ., abstr. in Engl.). <https://doi.org/10.30730/gtr.2025.9.2.182-196>; <https://www.elibrary.ru/xzupuo>

Финансирование

Исследование выполнено в рамках государственного финансирования Министерства науки и высшего образования Российской Федерации с использованием данных, полученных на уникальной научной установке «Сейсмоинфразвуковой комплекс мониторинга арктической криолитозоны и комплекс непрерывного сейсмического мониторинга Российской Федерации, сопредельных территорий и мира» (<https://ckp-rf.ru/usu/507436/>).

Funding

The study was carried out within the framework of state funding of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation using the data obtained with large-scale research facilities «Seismic infrasound array for monitoring Arctic cryolitozone and continuous seismic monitoring of the Russian Federation, neighbouring territories, and the world» (<https://ckp-rf.ru/usu/507436/>).

Введение

Статья продолжает серию ежегодных кратких обзоров [1] сейсмичности территории юга Дальнего Востока России на основе оперативных данных Сахалинского филиала Федерального исследовательского центра «Единая геофизическая служба РАН» (СФ ФИЦ ЕГС РАН). Анализ сейсмичности изучаемой территории (границы показаны на рисунках 1–3) основан на информации об основных параметрах землетрясений регионов Курило-Охотского, Сахалинского, Приамурья и Приморья, полученных в оперативном режиме и занесенных в базу данных регионального информационно-обрабатывающего центра (РИОЦ) «Южно-Сахалинск», входящего в структуру СФ ФИЦ ЕГС РАН.

Цель работы – оценить сейсмичность южной части Дальнего Востока РФ за истекший календарный год по предварительным данным, полученным в оперативном режиме. Основной акцент в статье сделан на наиболее сильных по магнитуде и макросейсмическому эффекту землетрясениях, детальные данные по которым станут доступны после окончательной обработки в течение 2025 г.

Обзор сейсмичности выполнен с использованием основных характеристик: статистической оценки уровня сейсмичности СОУС'09 и графиков Беньофа. Для демонстрации пространственного распределения сейсмичности приведены карты эпицентров и плотности условной упругой деформации.

Исходные данные

К концу 2024 г. сеть сейсмических станций СФ ФИЦ ЕГС РАН (международный код сети – SAGSR*) состояла из 42 пунктов непрерывных наблюдений, 31 из которых – стационарные, 8 – автономные полевые локальной сети на юге о. Сахалин остальные – инженерно-сейсмологические пункты наблюдений на Курилах. Из стационарных наблюдательных пунктов 18 – с обслуживающим персоналом и 13 – автоматических, с передачей данных в режиме реального времени на серверы сбора опорных станций.

По сравнению с концом 2023 г. [1] сеть уменьшилась еще на четыре пункта наблюдений. Всего в 2023–2024 гг. в связи с отсутствием технических средств для восстановления работоспособности либо труднодоступностью был закрыт и удален из реестра сейсмических станций СФ ФИЦ ЕГС РАН ряд пунктов сейсмических наблюдений: «Вал» (VAL), «Невельск» (NEV), «Новиково» (NOV), «Новоалександровск» (NVA), «Краснополье» (UGL2) на о-ве Сахалин и «Рейдово» (REID), «Головнино» (YUK2) и «Плато» (SK2) на южных Курильских островах.

Сейсмический мониторинг на территории Приамурья проводится преимущественно сейсмостанциями «Зейского узла»: «Зея» (ZEA), «Бомнак» (BMKR), «Кировский» (KROS) и «Октябрьский» (ОСТВ) (рис. 1). Для расширения регистрационных возможностей сети в этом районе в 2024 г., по соглашению с Якутским филиалом ФИЦ ЕГС РАН, к обра-

* Sakhalin Branch of the Geophysical Survey of the Russian Academy of Sciences. 2000. Sakhalin Regional Seismic Network of the Russian Federation [Data set]. *International Federation of Digital Seismograph Networks*. <https://doi.org/10.7914/2w5r-ea46>

ботке привлечены данные станций «Чульман» (CLNS) и «Тында» (TNRD). Их использование позволяет повысить точность определения положения эпицентров землетрясений в зоне Зейского приводохранилищного района. Помимо этих станций в системе сбора данных присутствуют другие станции ФИЦ ЕГС РАН и ДВО РАН на территории Дальневосточного федерального округа, а также семь станций, расположенных в префектуре Хоккайдо (Япония). Дополнительно для задач оперативной обработки и повышения надежности оценок параметров землетрясений организована буферизация потоков данных со станций глобальной сейсмографической сети объединения научно-исследовательских институтов по

сейсмологии GSN-IRIS, а также сети организации Договора о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний (СТВТО).

В течение 2024 г. продолжался детальный сейсмический мониторинг в районе Солнцевского угольного разреза (Сахалинская область, Углегорский район) [2]. Несмотря на то что в 2023 г. была остановлена регистрация сейсмических сигналов станцией «Краснополье» (UGL2), конфигурация сети мониторинга, включающая в себя три станции, в целом была сохранена. Для этого в селе Поречье (Углегорский район) был установлен экспериментальный пункт сейсмического мониторинга UGL4 на базе короткопериодного сейсмометра СПВ-3к.

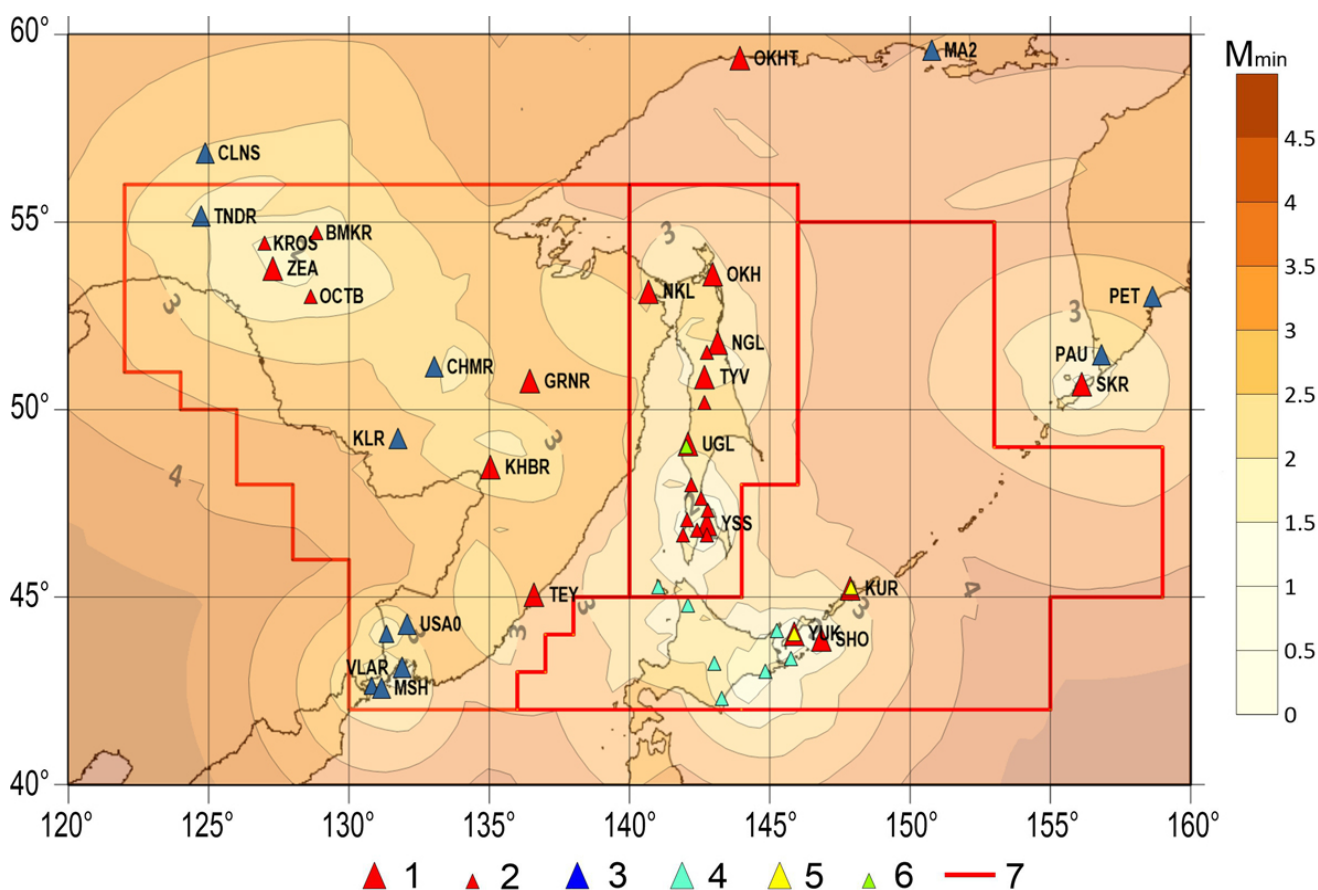


Рис. 1. Оценка регистрационных возможностей сети сбора сейсмологических данных СФ ФИЦ ЕГС РАН в зоне ответственности [3]. 1, 2 – сейсмические станции Сахалинского филиала ФИЦ ЕГС РАН: широкополосные (1), короткопериодные или сильные движения (2); 3 – широкополосные сейсмические станции ФИЦ ЕГС РАН или ДВО РАН; 4 – станции Хоккайдского университета (г. Саппоро); 5 – станции Аварийно-спасательного центра мониторинга и прогноза (чрезвычайных ситуаций) Главного управления МЧС РФ; 6 – станции мониторинга района Солнцевского угольного разреза; 7 – границы регионов.

Fig. 1. Evaluation of the registration capabilities of the seismological data collection network of the SB FRC GS RAS in the area of responsibility [3]. 1, 2 indicate seismic stations of the Sakhalin Branch of the FRC GS RAS: broadband stations (1), short-period or strong motion stations (2); 3, broadband seismic stations of the FRC GS RAS or FEB RAS; 4, stations of the Hokkaido University (Sapporo); 5, stations of the Emergency Rescue Center for Monitoring and Forecasting of the Ministry of Emergency Situations of the Russian Federation; 6, monitoring stations of the Solntsevsky coal mine area; 7, region borders.

Результаты оценки регистрационных возможностей сейсмологической сети в зоне ответственности СФ ФИЦ ЕГС РАН и прилегающей территории с учетом локальных особенностей затухания волн и уровня сейсмических шумов на станциях [3], а также расположение сейсмических станций, включенных в 2024 г. в систему сбора, приведены на рис. 1.

Текущая конфигурация сети сейсмических станций с привлечением в оперативном режиме данных станций соседних регионов позволяет обеспечить на большей части зоны ответственности возможность регистрации как минимум тремя сейсмостанциями землетрясений начиная с представительной магнитуды $M_{\min} = 4.0$. Вблизи Южных и Северных Курильских островов, на территории Сахалинского региона, юга Приморского края, а также в зоне Зейского приводохранилищного района благодаря более плотной сети сейсмостан-

ций порог уверенной регистрации составляет $M_{\min} = 3.0$.

Наиболее массовой энергетической характеристикой землетрясений каталога РИОЦ «Южно-Сахалинск» является региональная магнитуда M_L [4], она определена для всех землетрясений. Для большинства коровых землетрясений Приамурья, Приморья и Сахалинского региона есть определения энергетического класса Т.Г. Раутиан K_p [5]. Для отдельных сильных и умеренно-сильных землетрясений (50 событий) был определен механизм очага [6, 7] и получена моментная магнитуда M_{wper} .

Как и в работе прошлого года [1], для расчета сейсмической энергии по формуле Гуттенберга–Рихтера ($\lg E = 4.8 + 1.5 M_s$, Дж [8]) осуществлялся переход к основной расчетной магнитуде M , соответствующей магнитуде по поверхностной волне M_{LH} (ана-

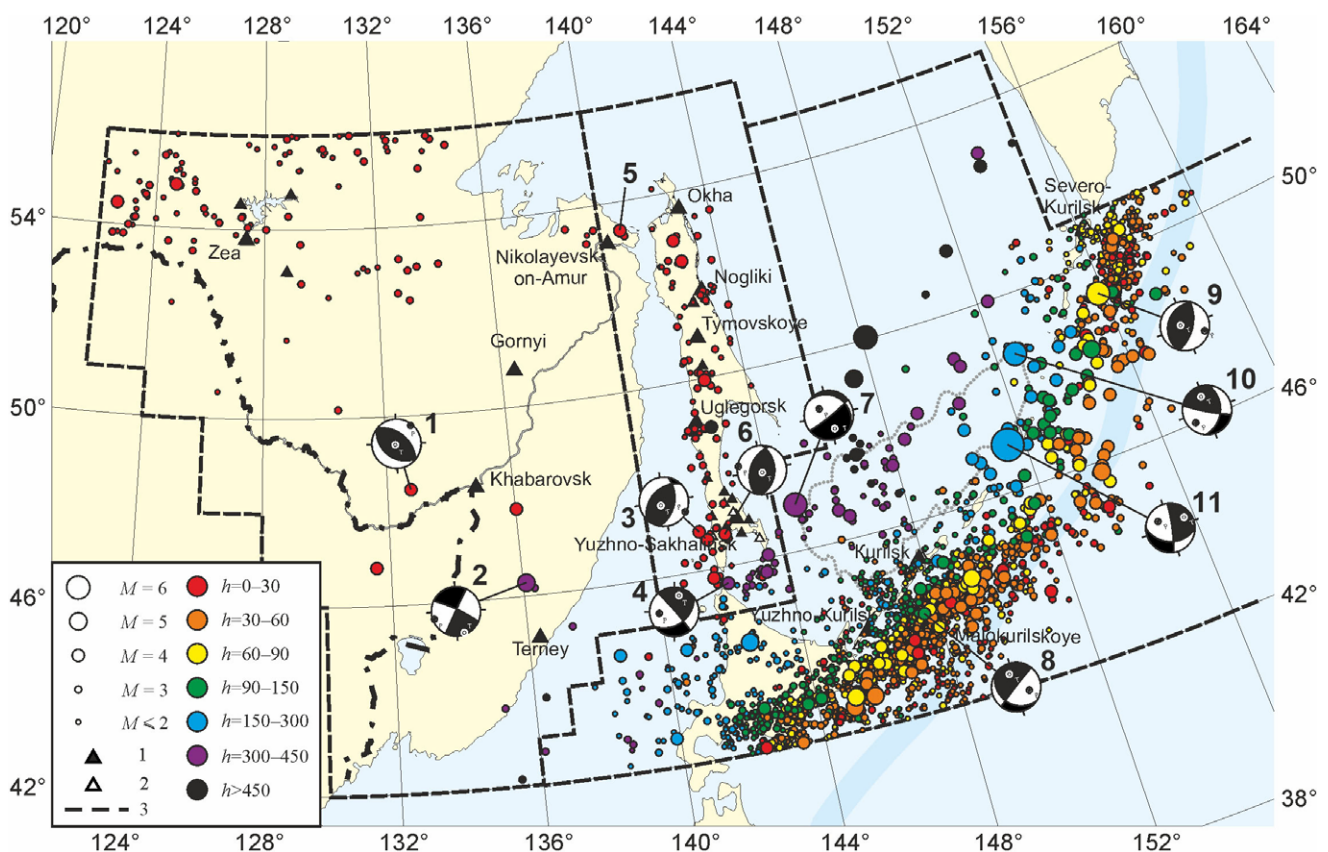


Рис. 2. Карта эпицентров землетрясений зоны ответственности СФ ФИЦ ЕГС РАН в 2024 г. M – магнитуда; h – глубина гипоцентра, км; 1, 2 – сейсмические станции СФ ФИЦ ЕГС РАН: 1 – действующие, 2 – не действующие в 2024 г.; 3 – границы регионов. Номера эпицентров землетрясений согласно таблице. Приведены механизмы очагов наиболее сильных землетрясений.

Fig. 2. Map of earthquake epicenters in the SB FRC GS RAS area of responsibility in 2024. M , magnitude; h , hypocenter depth, km; 1 and 2, seismic stations of the SB FRC GS RAS: operational (1), non-operational in 2024 (2); 3, region borders. Numbers of earthquake epicenters are given in accordance with Table. Focal mechanisms of the strongest earthquakes are given.

лог M_s). Для коровых землетрясений Приамурья, Приморья и Сахалина использовалась формула Т.Г. Раутиан для энергетического класса K_p [5]:

$$M = (K_p - 4)/1.8.$$

Для Курило-Охотского региона и всех глубокофокусных землетрясений использована двухсегментная зависимость между M_{LH} и M_w [9]:

$$4.0 \leq M_w \leq 6.1: M = 1.42 M_w - 2.43;$$

$$6.2 \leq M_w \leq 8.1: M = 0.96 M_w + 0.37.$$

В случае отсутствия моментной магнитуды использована формула для M_L [4]:

$$M = 1.15 M_L - 1.19.$$

Для унификации по магнитуде более ранних, окончательных версий каталогов СФ ФИЦ ЕГС РАН за период 1981–2022 гг. использованы соотношения из работы [10].

Принятый для рассмотрения оперативный каталог землетрясений на основе базы данных РИОЦ «Южно-Сахалинск» был ограничен снизу по магнитуде $M_L=2.2$ ($K_p=8$). Из рабочего каталога исключены все сейсмические события, полученные по данным менее трех сейсмических станций, а также отнесенные к взрывам ($h=0$ км).

Таким образом, количество землетрясений, определенных в оперативном режиме с учетом упомянутых ограничений в 2024 г. составило 2929 сейсмических событий (рис. 2). Это 2677 землетрясений Курило-Охотского региона, 140 – Сахалинского региона (109 коровых и 31 глубокофокусных), 112 – Приамурья и Приморья (107 коровых и 5 глубокофокусных).

67 землетрясений с эпицентрами в пределах зоны ответственности СФ ФИЦ ЕГС РАН имели ощутимые проявления на территории регионов, также здесь были отмечены проявления 6 землетрясений с эпицентрами за пределами изучаемой территории (рис. 3).

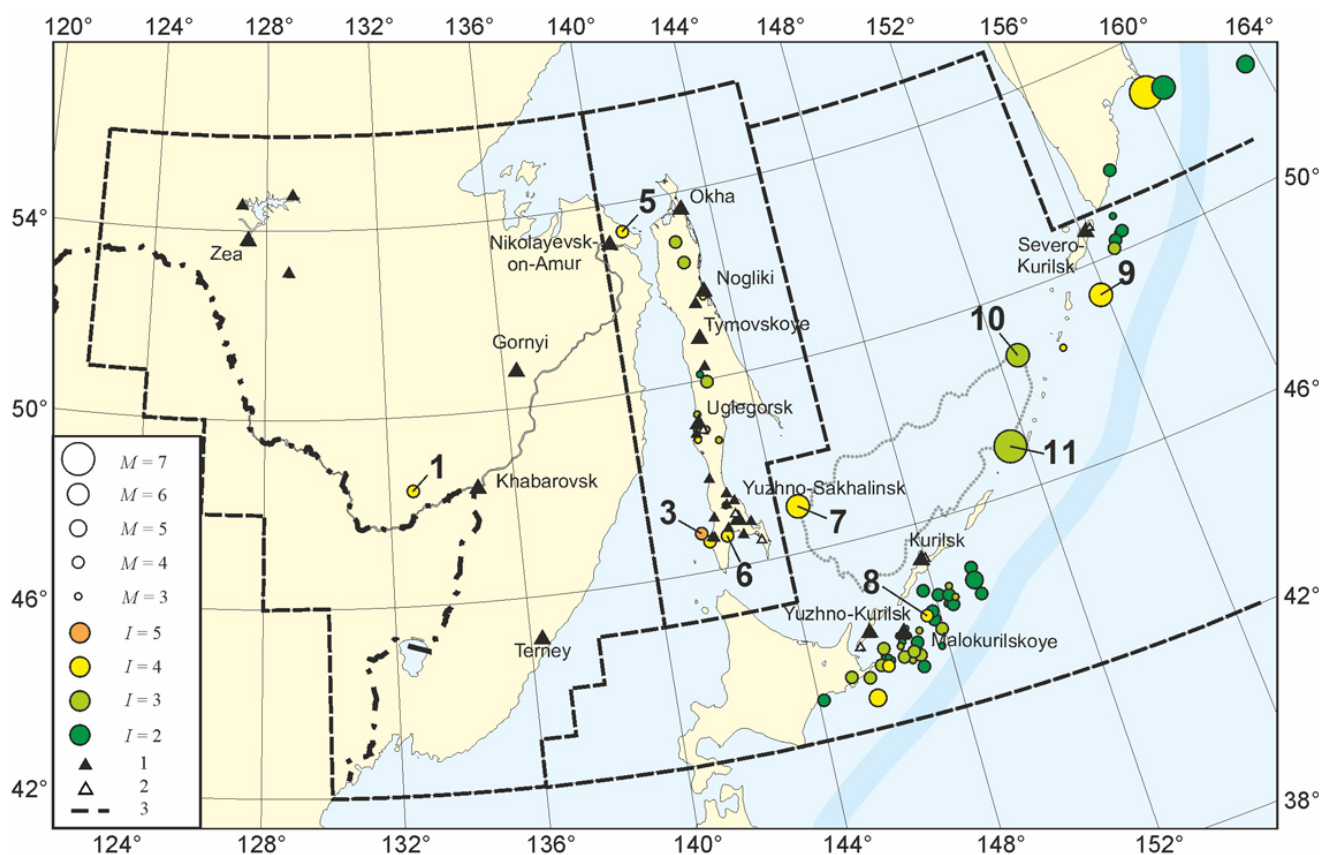


Рис. 3. Карта эпицентров ощутимых землетрясений зоны ответственности СФ ФИЦ ЕГС РАН в 2024 г. M – магнитуда; I – максимальная интенсивность сотрясений по данным СФ, балл. Остальные условные обозначения см. к рис. 2.

Fig. 3. Map of epicenters of felt earthquakes in the SB FRC GS RAS area of responsibility in 2024. M , magnitude; I , maximum shaking intensity according to the Siberian Branch data, point. For other symbols see Fig. 2.

Основные характеристики сейсмичности

Базовой характеристикой сейсмичности является сейсмическая энергия ΣE , оцениваемая на основе магнитуды зарегистрированных землетрясений, как это показано выше.

Статистически обоснованное сравнение величины суммарной сейсмической энергии ΣE регионов в 2024 г. со значениями за предыдущие годы дают графики функции распределения годовой сейсмической энергии F по методике СОУС'09 [11] (рис. 4 и 5) согласно предложенной В.А. Салтыковым градации уровней сейсмичности:

- экстремально высокий – $F \geq 0.995$,
- высокий – $0.975 < F < 0.995$,
- фоновый повышенный – $0.85 < F < 0.975$,
- фоновый средний – $0.15 < F < 0.85$,
- фоновый пониженный – $0.025 < F < 0.15$,
- низкий – $0.005 < F < 0.025$,
- экстремально низкий – $F < 0.005$.

Как и в предыдущих обзорах, были использованы региональные каталоги: Приамурья и Приморья за 1975–2022 гг., Сахалинского региона 1962–2022, Курило-Охотского региона 1920–2022 гг., опубликованные в [12–14], ежегодно публикуемые в [15] и дополненные данными РИОЦ «Южно-Сахалинск» за 2023–2024 гг.

Статистическая оценка сейсмической энергии коровых и мантийных землетрясений по Приамурью и Приморью, а также Сахалинскому региону проводилась отдельно. Каталоги этих регионов легко разделяются по глубине, так как события в них относятся к разным глубинным диапазонам: землетрясения верхнекоровые, на стыке и внутри Охотской, Амурской и Евразийской литосферных плит ($h = 1–30$ км), и землетрясения в пределах западной, наиболее глубоко погруженной части Тихоокеанской плиты ($h = 250–640$ км).

В данной работе Курило-Охотская часть каталога также была разделена на два фрагмента по параметру глубины $h = 70$ км: события, преимущественно относящиеся к зоне контакта Тихоокеанской и Охотской литосферных плит ($h \leq 70$ км), и события, происходящие внутри погруженной части Тихоокеанской плиты ($h > 70$ км). Возможно, такой подход в перспективе позволит более детально отследить сейсмическую активизацию в глубинных диапазонах, так как сейсмические активизации глубокофокусных внутриплитовых и неглубоких межплитовых событий, по мнению некоторых исследователей (например, [16]), могут быть взаимосвязаны.

В 2024 г. в регионе Приамурье и Приморье (рис. 4 а) уровень коровой сейсмичности оценивается как фоновый пониженный ($F = 0.10$).

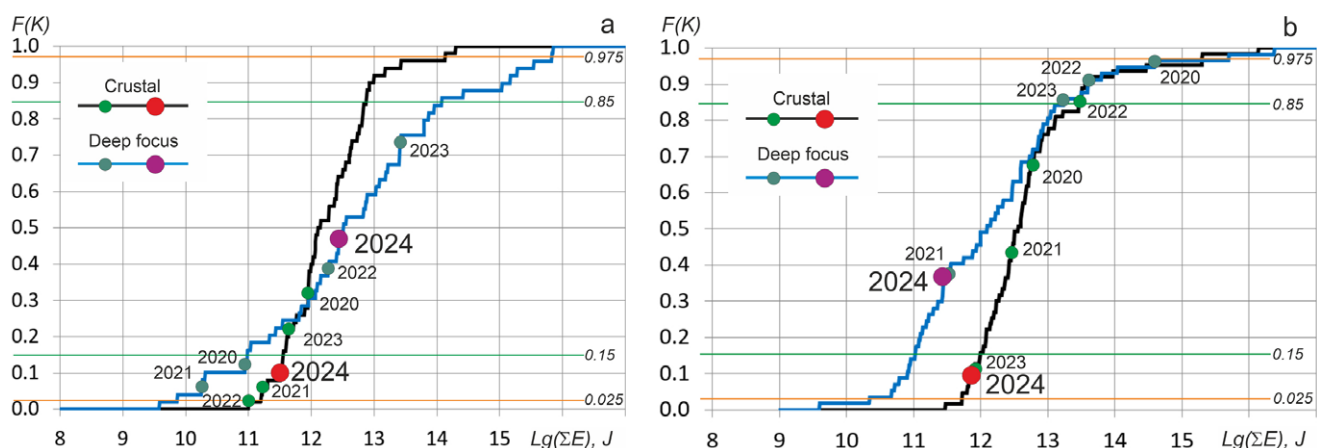


Рис. 4. Эмпирическая функция распределения годовой сейсмической энергии для коровых (черный цвет линии) и мантийных (синий цвет) землетрясений региона Приамурье и Приморье (а) и Сахалинского региона (б). Отмечены точки, соответствующие каждому году периода 2020–2024 гг.

Fig. 4. Empirical distribution function of the annual seismic energy for crustal (black line) and mantle (blue line) earthquakes in the Amur-Primorye region (a) and Sakhalin region (b). The dots corresponding to each year of the period 2020–2024 are marked.

Значение функции распределения глубоководной сейсмичности $F = 0.47$ соответствует фоновому среднему уровню.

В Сахалинском регионе (рис. 4 б) уровень коровой сейсмичности 2024 г. также фоновый пониженный ($F = 0.10$), ниже, чем в прошлом году [1]. Глубоководная сейсмичность ($F = 0.37$) на фоновом среднем уровне.

В Курило-Охотском регионе в целом сейсмическая активность ($F = 0.42$) соответствует фоновому среднему уровню. Энергия неглубоких землетрясений ($h \leq 70$ км) находится у нижней границы фонового среднего уровня ($F = 0.16$), глубоких землетрясений ($h > 70$ км) – вблизи верхней границы фонового среднего уровня ($F = 0.84$) (рис. 5). При этом значение ΣE глубоких землетрясений в 2024 г. примерно на порядок превысило суммарную величину для неглубоких событий (обычно, как видно из рис. 5, ситуация обратная).

Отследить относительную величину сейсмических событий во времени и общий ход фоновой сейсмичности помогает график Бенъофа. График построен для трех регионов в двух временных диапазонах: за 2024 г. и за период 1981–2024 гг. (рис. 6). При построе-

нии графиков за длительный период времени для Приамурья и Приморья и Сахалина (рис. 6 а, с, е) учитывались землетрясения магнитудой $M \geq 3.5$ с эпицентрами в земной коре, для Курило-Охотского региона – с $M \geq 4.0$ во всем диапазоне глубин. Годовые графики (рис. 6 b, d, f) строились для событий $M_L \geq 2.2$ ($K_p \geq 8$) с теми же ограничениями по глубине.

В регионе Приамурье и Приморье на протяжении 45 лет сейсмический процесс достаточно равномерен (рис. 6 а), хотя за последние три года наблюдается уменьшение наклона графика, что может быть связано как с ослаблением сейсмической активности, так и с ухудшающимися условиями регистрации событий. Выделяются ступенями два сильнейших региональных землетрясения этого периода – Приморское землетрясение 13 ноября 1990 г. с $M = 6.2$, $h = 18$ км с эпицентром в Татарском проливе и Сковородинское землетрясение 14 октября 2011 г. с $M = 6.3$, $h = 16$ км в Верхнем Приамурье [17]. В 2024 г. на графике (рис. 6 б) выделяется период с конца мая по начало июля, когда произошло несколько относительно слабых землетрясений, тем не менее в совокупности создающих ступень на общем низком фоне. Сильных событий в 2024 г. не отмечено.

В Сахалинском регионе на интервале 1981–2024 гг. (рис. 6 с) выделяются сильнейшие региональные события – Нефтегорское землетрясение 27 мая 1995 г. с $M = 7.0$, $h = 18$ км, Углегорское 4 августа 2000 г. с $M = 7.0$, $h = 13$ км и серия Невельских событий 2 августа 2007 г. с $M = 6.1$; 6.3 и $h = 10$ км. Последнее землетрясение, которое можно отнести к сильным ($M \geq 5.5$), произошло вблизи с. Онор 14 августа 2016 г. с $M = 5.8$, $h = 10$ км [18]. Также наблюдалась сейсмическая активизация в 2022 г. в виде нескольких умеренно-сильных событий $M = 4.9$ –5.3 в разных районах острова. В последние два года сейсмическая активность в коре региона довольно низкая, что отражается в малом наклоне графика. В 2024 г. (рис. 6 d) наибольшие ступени на графике Бенъофа создают события 19 января

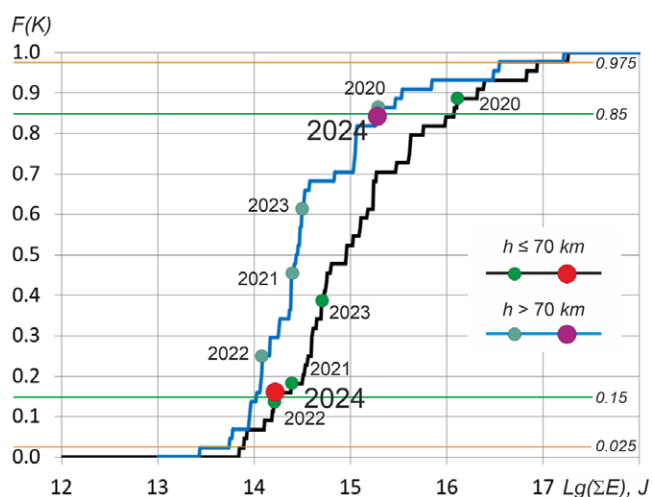


Рис. 5. Эмпирическая функция распределения годовой сейсмической энергии неглубоких $h \leq 70$ км (черная линия) и глубоких $h > 70$ км (синяя линия) землетрясений Курило-Охотского региона. Отмечены точки, соответствующие каждому году периода 2020–2024 гг.

Fig. 5. Empirical distribution function of the annual seismic energy of shallow $h \leq 70$ km (black line) and deep $h > 70$ km (blue line) earthquakes in the Kuril-Okhotsk region. The dots corresponding to each year of the period 2020–2024 are marked.

с $M = 4.5$ и 28 августа с $M = 4.2$, сильными для региона они не являются.

В Курило-Охотском регионе (рис. 6 е) событиями регионального масштаба, создавшими значительную ступень на графике Беньофа в 1981–2024 гг., являются Шикотанское землетрясение 4 октября 1994 г. с $M = 8.3$ и $h = 23$ км, Симуширские события 15 октября 2006 г. с $M = 8.0$, $h = 37$ км и 13 января 2007 г. с $M = 8.1$, $h = 45$ км и глубокофокусное

Симуширское землетрясение 4 октября 1994 г. с $M = 8.3$ и $h = 23$ км, Симуширские события 15 октября 2006 г. с $M = 8.0$, $h = 37$ км и 13 января 2007 г. с $M = 8.1$, $h = 45$ км и глубокофокусное

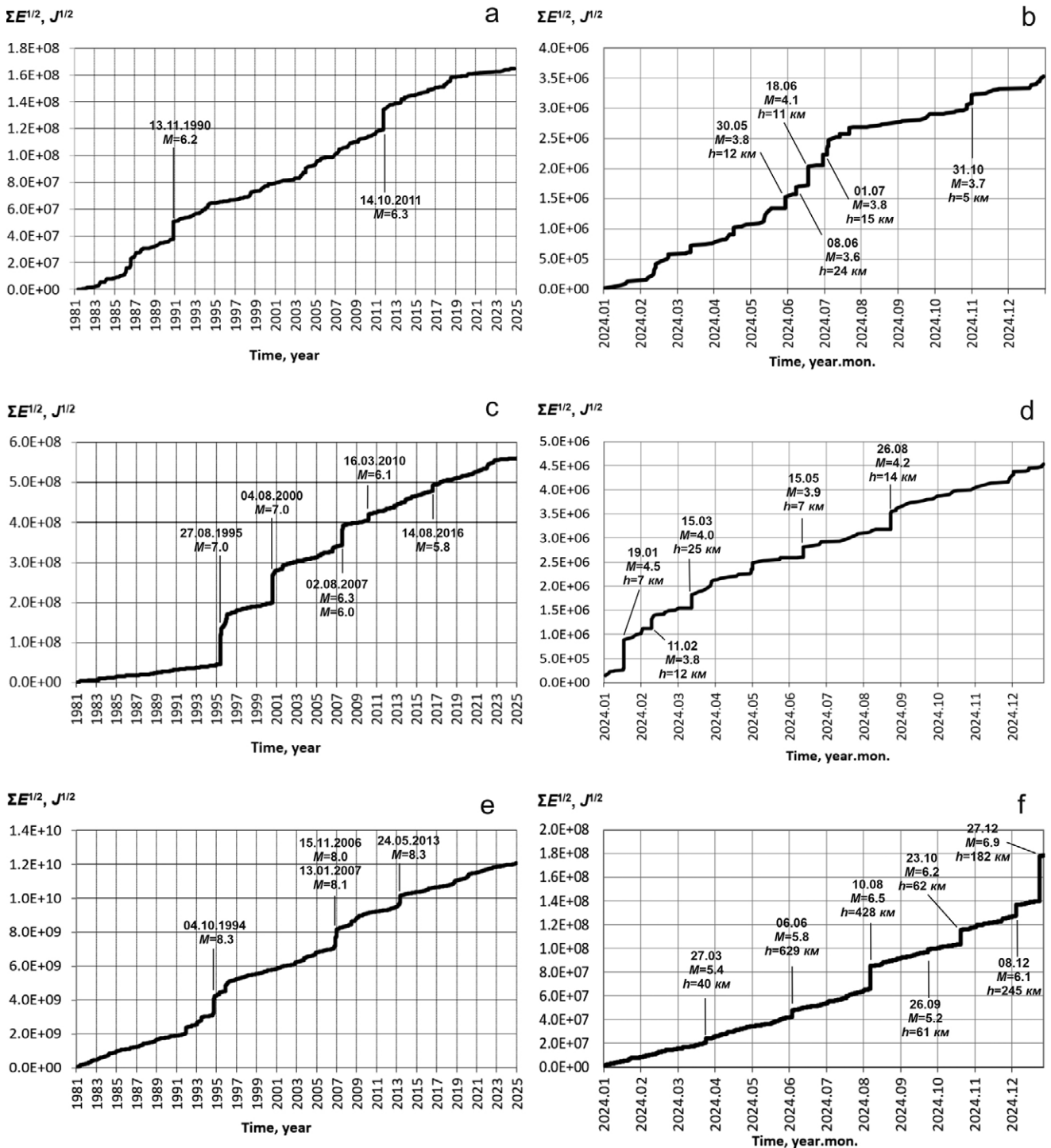


Рис. 6. Графики Беньофа для зоны ответственности СФ ФИЦ ЕГС РАН за 1981–2024 гг. и 2024 г.: для Приамурья и Приморья (а, б), Сахалинского региона (с, д), Курило-Охотского региона (е, ф).

Fig. 6. Benioff graphs for the SB FRC GS RAS area of responsibility in 1981–2024 and 2024: the Amur–Primorye region (a, b); the Sakhalin region (c, d); the Kuril–Okhotsk region (e, f).

Охотоморское землетрясение 24 мая 2013 г. с $M = 8.3$, $h = 630$ км. Последняя сейсмическая активизация наблюдалась в 2020 г. в виде двух событий: 13 февраля с $M = 6.9$ [19] и 25 марта с $M = 7.5$, $h = 60$ км [20]. Из-за высокой сейсмической активности региона в целом даже эти два относительно сильных события создают небольшую ступень на графике. В спокойные периоды, как, например, в 2021–2024 гг., наклон графика Бенъофа к Курило-Охотском регионе остается стабильным. В 2024 г. (рис. 6 f) все сильные ($M \geq 6.0$) землетрясения в регионе произошли во второй половине года, наиболее выделяются глубокие события 10 августа с $M = 6.5$, $h = 428$ км и 27 декабря с $M = 6.9$, $h = 182$ км.

Для демонстрации распределения сейсмичности по площади территории помимо карт эпицентров (рис. 1, 2) построена карта величины плотности условной упругой деформации $\Sigma E^{1/2}$ в единицу времени (1 год) (рис. 7). Методика построения повторяет примененную ранее [1].

В 2024 г. (рис. 7) максимальное значение параметра плотности условной упругой деформации $e = 5 \cdot 10^7$ Дж^{1/2}/год на 1000 км² соответствует положению эпицентра силь-

нейшего в этом году регионального события 27 декабря с $M = 6.9$. Большинство значимых землетрясений (отмечены цифрами на рис. 7 в соответствии с таблицей) также выделяются на общем фоне. Наиболее сейсмически активная область, протянувшаяся между островной дугой и глубоководным желобом и связанная с зоной контакта плит, в 2024 г. заметно менее активна, чем в среднем за период с 1981 г. [1]. Положение других участков активной сейсмогенерации в 2024 г. совпадает с концентрацией повышенных значений e в предыдущие годы, которые находятся вдоль крупнейших региональных разломов меридиональной ориентации на Сахалине, широтной и диагональной ЮЗ-СВ ориентации в Приамурье и Приморье.

Обзор сильных землетрясений 2024 года

В *Приамурье и Приморье* в 2024 г. зарегистрировано 107 коровых и 5 глубокофокусных землетрясений с $M_L \geq 2.2$. Основная часть коровых землетрясений сосредоточена в северной части региона вдоль Монголо-Охотского линеамента и в южной части Становой

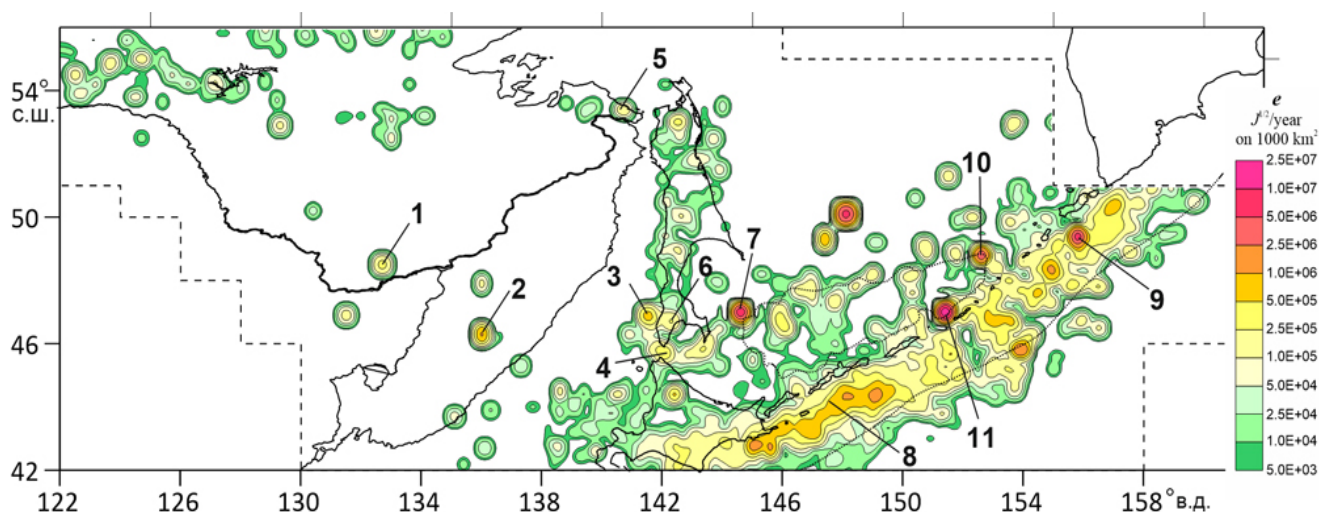


Рис. 7. Плотность условной упругой деформации зоны ответственности СФ ФИЦ ЕГС РАН по данным каталога РИОЦ «Южно-Сахалинск» 2024 г. Показано положение наиболее значимых региональных землетрясений согласно таблице. Штриховой линией отмечена граница зоны ответственности СФ ФИЦ ЕГС РАН, точками – положение Курильского глубоководного желоба и Курильской глубоководной котловины.

Fig. 7. Density of nominal elastic deformation for the SB FRC GS RAS area of responsibility according to the data of the “Yuzhno-Sakhalinsk” RIPC earthquake catalog in 2024. The position of the most significant regional earthquakes is shown according to Table. The dashed line indicates the border of the area of responsibility of the SB FRC GS RAS; dots indicate the position of the Kuril Trench and the Kuril deep-sea basin.

системы разломов, что объясняется большей сейсмичностью этой территории.

Однако наиболее сильное по магнитуде и единственное ощутимое региональное событие в 2024 г. произошло в южной части Приамурья на территории Еврейской автономной области 18 июня в 18:46 UTC ($K_p = 11.4$, $M_L = 4.5$, $h = 11$ км; № 1) (здесь и далее номер события приводится в соответствии с приведенной ниже таблицей). Событие вызвало сотрясения интенсивностью до 3–4 баллов в г. Биробиджан. Согласно полученному механизму, очаг находился в условиях СВ-ЮЗ сжатия, что привело к взбросовой подвижке.

Наиболее сильное в регионе в 2024 г. глубокофокусное событие произошло 20 ноября в 15:09 UTC ($M_L = 5.6$, $M_w = 5.3$, $h = 444$ км; № 2). На поверхности землетрясение не ощущалось. Механизм очага сдвигового типа с вертикальными нодальными плоскостями сформировался в условиях горизонтального запад-юго-западного сжатия и юго-юго-восточного растяжения.

В *Сахалинском регионе* в 2024 г. произошло 109 коровых и 31 глубокофокусное событие с $M_L \geq 2.2$. 16 землетрясений вызвали ощутимые сотрясения.

Наиболее сильное по макросейсмическому эффекту региональное землетрясение в 2024 г. зарегистрировано 19 января в 16:56 UTC ($K_p = 12.1$, $M_L = 4.6$, $h = 7$ км; № 3). Эпицентр находится в Татарском проливе северо-западнее г. Невельск, где интенсивность сотрясений оценивается в 4–5 баллов. В г. Холмск и с. Правда – 4 балла, в пос. Синегорск и с. Чапланово 3–4 балла. Механизм очага события взбросового типа с небольшой сдвиговой компонентой и диагональной СВ-ЮЗ ориентацией нодальных плоскостей, сформирован в условиях юго-восточного горизонтального сжатия. Землетрясение произошло в очаговой зоне Невельских событий 2 августа 2007 г. с $M = 6.1$, 6.3 в зоне Западно-Сахалинского разлома.

Можно отметить еще одно событие, произошедшее в южной части Сахалинского региона 15 июня в 13:35 UTC ($K_p = 11$, $M_L = 4.1$, $h = 7$ км; № 6). Эпицентр находится на по-

бережье Анивского залива. Зарегистрированы сотрясения интенсивностью до 4 баллов в г. Анива, пос. Таранай, Огоньки, Шебунино. Механизм очага события – почти чистый взброс с ССВ-ЮЮЗ ориентацией нодальных плоскостей, сформировался в условиях запад-северо-западного горизонтального сжатия. Очаг землетрясения можно отнести к южному флангу Тымь-Поронайской (Центрально-Сахалинской) разломной зоны.

Наиболее сильное по магнитуде в 2024 г. событие, относящееся к Сахалинскому региону, произошло 15 марта в 06:04 UTC ($K_p = 11.2$, $M_L = 4.7$, $h = 25$ км; № 5) на территории Хабаровского края севернее устья р. Амур. Землетрясение ощущалось в г. Николаевск-на-Амуре с интенсивностью в 3–4, поселках Чля, Красное, Белая гора – 3 балла. Механизм очага события определить не удалось.

Наиболее сильное глубокофокусное землетрясение произошло 12 марта в 18:22 UTC ($M_L = 4.7$, $M_w = 4.2$, $h = 317$ км; № 4), эпицентр в прол. Лаперуза. Механизм очага взрезового типа с левосторонней сдвиговой компонентой вдоль вертикальной плоскости северо-западного простирания, возможно, является результатом подвижки вдоль трансформного разлома в погруженной части Тихоокеанской литосферной плиты.

В составленный по базе данных РИОЦ «Южно-Сахалинск» оперативный каталог 2024 г. вошло 2677 землетрясений с эпицентрами в *Курило-Охотском регионе* с $M_L \geq 2.2$. 1713 события произошли в земной коре региона или в зоне контакта Тихоокеанской и Охотской литосферных плит на глубинах $h \leq 70$ км; 892 – в диапазоне глубин $h = 71–300$ км; 72 на глубинах $h > 300$ км. Ощутимые колебания на территории Сахалинской области вызвали 50 региональных землетрясений (рис. 3).

В таблице отмечены пять наиболее примечательных событий региона в 2024 г. Наибольшая интенсивность сотрясений отмечена у двух событий. Первое из них произошло 20 августа в 08:24 UTC ($M_L = 5.1$, $M_w = 4.8$, $h = 104$ км; № 8), эпицентр находится в районе Южных Курил вблизи пос. Малокурильское,

где это умеренной величины событие вызвало колебания интенсивностью в 4 балла. Механизм очага землетрясения взрезного типа с вертикальной плоскостью, ориентированной вдоль островной дуги и небольшой правосдвиговой подвижкой вдоль нее. Такие механизмы очага характерны для событий, произошедших в области растяжения в нижнем слое двойной сейсмофокальной зоны в пределах погружившейся Тихоокеанской плиты [19].

Второе событие с эпицентром в районе Северных Курил произошло 23 октября в 14:38 UTC ($M_L = 6.0$, $M_w = 6.1$, $h = 62$ км; № 9), оно ощущалось в г. Северо-Курильск (4 балла) и в южной части п-ова Камчатка, включая г. Петропавловск-Камчатский (2–3 балла). Механизм очага «классического» поддвигового типа с нодальными плоскостями, ориентированными вдоль дуги, и пологой плоскостью, падающей под острова, что наиболее характерно для землетрясений в зоне контакта литосферных плит.

Наиболее сильное по магнитуде из всех землетрясений трех регионов произошло 27 декабря в 12:47 UTC ($M_L = 6.3$, $M_w = 6.8$, $h = 182$ км; № 11). Его гипоцентр расположен в средней части островной дуги прямо под островами. Несмотря на удаленность эпицентра от населенных пунктов, это событие ощущалось в южной части Курильских островов с интенсивностью сотрясений в 2–3 балла MSK-64. Японское метеорологическое агентство также отметило сотрясения с силой 1–2 балла шкалы JMA в юго-восточной части о. Хоккайдо и на севере о. Хонсю. Механизм очага взрезного типа с вертикальной плоскостью, ориентированной на север, вдоль которой довольно большая левосторонняя сдвиговая компонента. В координатах погружающейся [21] плиты это событие – взбросо-сдвиг, произошедший в условиях сжатия, ориентированного по падению плиты.

Событие 8 декабря в 10:24 UTC ($M_L = 6.1$, $M_w = 6.0$, $h = 245$ км; № 10) произошло в северной части Средних Курил, его эпицентр находится на охотоморской стороне относительно островной гряды. Событие ощущалось в г. Се-

веро-Курильск с интенсивностью в 3 балла. Механизм очага также взрезного типа, однако вертикальная плоскость ориентирована на юго-восток, вкрест островной дуге, вдоль нее также левосторонняя сдвиговая компонента. В координатах погружающейся плиты это событие – чистый сдвиг, вероятно произошедший вдоль разломной зоны, ориентированной по падению погружающейся плиты.

Сильное глубокофокусное землетрясение с эпицентром в юго-западной части Охотского моря произошло 10 августа в 03:28 UTC ($M_L = 6.1$, $M_w = 6.4$, $h = 428$ км; № 7). Событие ощущалось на обширной территории: в южной и центральной частях о. Сахалин, на Южных Курилах (сильнее всего в пос. Малокурильское – 3–4 балла MSK-64), а также, согласно данным JMA, – на о. Хоккайдо и северо-восточной половине о. Хонсю с интенсивностью сотрясений 1–3 балла шкалы JMA. Что характерно для подобных глубоких событий, сильнее колебания ощущались на восточном и юго-восточном побережьях, удаленных от эпицентра, но находящихся ближе к выходу на поверхность погруженной плиты.

Заключение

Сеть сейсмических станций СФ ФИЦ ЕГС РАН в 2024 г. продолжила сокращаться по причине износа оборудования, на конец года в ней официально числится 42 пункта наблюдения, часть оборудования которых работает нестабильно. Сокращение числа сеймостанций сказывается на уровне представительной регистрации землетрясений, особенно в регионе Курил и в Приамурье. Чтобы компенсировать информацию выбывающих пунктов наблюдения, изыскиваются возможности перераспределения оборудования и привлечения к обработке сейсмических станций других организаций.

По данным оперативного каталога РИОЦ «Южно-Сахалинск», в 2024 г. на юге Дальнего Востока России зарегистрировано 2929 землетрясений магнитудой $M_L \geq 2.2$: в Курило-

Охотском регионе – 2677, в Сахалинском – 240 (31 глубокофокусное), в Приамурье и Приморье – 107 (5 глубокофокусных).

67 землетрясений с эпицентрами в пределах зоны ответственности филиала имели ощутимые проявления на территории регионов. Также зарегистрированы сотрясения 6 землетрясений с эпицентрами за пределами территории. Максимальная зарегистрированная

Сахалинским филиалом интенсивность сотрясений в 2024 г. составила 4–5 баллов MSK-64 при землетрясении с эпицентром у юго-западного побережья о. Сахалин.

По критерию суммарной сейсмической энергии, оцениваемой по методике СОУС'09, сейсмичность коровых землетрясений регионов Сахалин, Приамурье и Приморье в 2024 г. находилась на фоновом пониженном уровне.

Таблица. Параметры наиболее значимых землетрясений зоны ответственности СФ ФИЦ ЕГС РАН 2024 г. (по данным РИОЦ «Южно-Сахалинск»)

Table. Parameters of the most significant earthquakes in the SB FRC GS RAS area of responsibility in 2024 (according to the data of the “Yuzhno-Sakhalinsk” RIPC)

No.	Дата / Date dd.mm.yyyy	Время / Time, t_0 hh:mm:ss	φ , N	λ , E	h , km	M_L M_w	Интенсивность сотрясений (населенный пункт, балл / Shaking intensity (locality, points))
Приамурье и Приморье / Amur-Primorye region							
1	18.06.2024	18:46:41	48.44	132.75	11	4.5 3.8	Биробиджан, 3–4; Бирофельд, Дубовое, Найфельд, Пронкино, Птичник, 2–3
2	20.11.2024	15:09:02	46.28	136.10	444	5.6 5.3	Нет данных об ощутимости
Сахалинский регион / Sakhalin region							
3	19.01.2024	16:56:59	46.82	141.57	7	4.6 4.0	Невельск, 4–5; Холмск, Правда, 4; Синегорск, Чапланово, 3–4; Анива, Костромское, Луговое, 3; Томари, Долинск, Южно-Сахалинск, 2–3
4	12.03.2024	18:22:28	45.64	142.16	317	4.7 –	Нет данных об ощутимости
5	15.03.2024	06:04:40	53.39	140.74	25	4.7 –	Николаевск-на-Амуре, 3–4; Чля, Красное, Белая гора, 3; Оха, 2
6	15.06.2024	13:35:30	46.67	142.34	7	4.1 4.2	Таранай, Анива, Огоньки, Шебунино, 4; Невельск, 3; Корсаков, 2–3; Южно-Сахалинск, 2
Курило-Охотский регион / Kuril-Okhotsk region							
7	10.08.2024	03:28:31	46.97	144.65	428	6.1 6.4	Малокурильское, 3–4; Горячий пляж, 3; Поречье, Шахтерск, Углегорск, Макаров, Южно-Сахалинск, Холмск, 2–3; Тымовское, 2; о. Хоккайдо, Хонсю, Япония – до 3 по шкале JMA*
8	20.08.2024	08:24:21	44.06	147.61	104	5.1 4.8	Малокурильское, 4; Южно-Курильск, Горячий пляж, 3; Менделеево, 2–3, северо-восток о. Хоккайдо, Япония – до 2 по шкале JMA**
9	23.10.2024	14:38:02	49.31	155.83	62	6.0 6.1	Северо-Курильск, мыс Васильева, 4; мыс Лопатка, Озерновский, 3–4; Паужетка, 3; Петропавловск-Камчатский, Вилучинск, 2–3***
10	08.12.2024	10:24:58	48.74	152.63	245	6.1 6.0	Северо-Курильск, 3
11	27.12.2024	12:47:35	46.97	151.48	182	6.3 6.8	Южно-Курильск, Лагунное, Горячий пляж, Менделеево, Головинно, Малокурильское, 2–3; о. Хоккайдо, Хонсю, Япония – до 2 по шкале JMA****

* <https://earthquake.tenki.jp/bousai/earthquake/detail/2024/08/10/2024-08-10-12-29-34.html>

** <https://earthquake.tenki.jp/bousai/earthquake/detail/2024/08/20/2024-08-20-17-24-47.html>

*** <https://glob.emsd.ru/news/309/>

**** <https://earthquake.tenki.jp/bousai/earthquake/detail/2024/12/27/2024-12-27-21-48-55.html>

Глубокофокусная сейсмичность с эпицентрами в пределах этих регионов – на фоновом среднем уровне. В Курило-Охотском регионе уровень сейсмичности можно оценить как средний фоновый, однако отмечается преобладание сейсмической энергии глубокофокусных землетрясений ($h > 70$ км), тогда как энергия неглубоких событий ($h \leq 70$ км) находится у нижней границы фонового среднего уровня, уступая энергии глубоких событий более чем на порядок.

Согласно карте распределения плотности условной упругой деформации по площади трех регионов, в 2024 г. пиковые значения этого параметра связаны с сильнейшими землетрясениями регионов и не превышают средние годовые максимумы величины e за длительный период времени [1]. Сейсмогенерирующая область, протянувшаяся между островной дугой и Курило-Камчатским глубоководным желобом, связанная с зоной контакта плит и наиболее сильными событиями предыдущих лет, в 2024 г. заметно менее активна, чем в среднем за период с 1981 г. Положение других участков активной сейсмогенерации в 2024 г. совпадает с концентрацией повышенных значений e в предыдущие годы.

Список литературы

1. Сафонов Д.А., Семенова Е.П. **2024**. Сейсмичность юга Дальнего Востока России в 2023 году. *Геосистемы переходных зон*, 8(2): 77–90. <https://doi.org/10.30730/gtr.2024.8.2.077-090>
2. Костылев Д.В., Богинская Н.В. **2022**. Сейсмический мониторинг района угледобычи на о. Сахалин с использованием временных сетей ФИЦ ЕГС РАН. *Геодинамика и тектонофизика*, 13(2), 0634. <https://doi.org/10.5800/GT-2022-13-2s-0634>
3. Дягилев Р.А. **2020**. Программа расчета регистрационных возможностей сейсмических сетей и групп, *Sarra*: Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № RU 2020662170 от 09.10.2020 г. М.: Роспатент.
4. Safonov D.A., Semenova E.P. **2022**. Regional magnitude M_{wa} in the Russian Far East. *Seismic Instruments*, 58(Suppl 1): S42–S57. <https://doi.org/10.3103/S074792392207009X>
5. Раутиан Т.Г. **1964**. Об определении энергии землетрясений на расстоянии до 3000 км. В кн.: *Экспериментальная сейсмика*. М.: Наука, с. 88–93. (Труды ИФЗ АН СССР; № 32(199)).
6. Sokos E., Zahradník J. **2013**. Evaluating centroid moment tensor uncertainty in the new version of ISOLA software. *Seismological Research Letters*, 84: 656–665. <https://doi.org/10.1785/0220130002>
7. Сафонов Д.А., Коновалов А.В. **2017**. Использование программы ISOLA для определения тензора сейсмического момента землетрясений Курило-Охотского и Сахалинского регионов. *Тихоокеанская геология*, 36(3): 102–112. URL: http://itig.as.khb.ru/POG/2017/n_3/PDF_3_17/102-112.pdf
8. Richter C.F. **1958**. *Elementary seismology*. New York: Freeman and Co., 768 p.
9. Сафонов Д.А. **2025**. Соотношение между магнитудами M_{LH} и M_w для Курило-Охотского региона и его использование для транзитных пересчетов в другие магнитуды. *Вулканология и сейсмология*, 2: 20–37.
10. Сафонов Д.А. **2024**. Переходные соотношения для энергетических характеристик землетрясений Курило-Охотского региона. *Вопросы инженерной сейсмологии*, 51(2): 102–117. <https://doi.org/10.21455/VIS2024.2-6>
11. Салтыков В.А. **2011**. Статистическая оценка уровня сейсмичности: методика и результаты применения на примере Камчатки. *Вулканология и сейсмология*, 2: 53–59. EDN: NSYPHR
12. Поплавская Л.Н. (ред.) **2006**. *Региональный каталог землетрясений острова Сахалин, 1905–2005*. Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, 103 с.
13. Ким Ч.У., Андреева М.Ю. **2009**. *Каталог землетрясений Курило-Камчатского региона (1737–2005 гг.)*. Препринт. Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, 126 с.
14. Сафонов Д.А., Нагорных Т.В., Коваленко Н.С. **2019**. *Сейсмичность региона Приамурье и Приморье*. Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, 104 с.
15. Фокина Т.А., Сафонов Д.А., Костылев Д.В. **2023**. Сейсмичность Приамурья и Приморья, Сахалина и Курило-Охотского региона в 2018–2019 гг. *Землетрясения Северной Евразии*, 26 (2018–2019 гг.): 154–170. <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2023.26.01>
16. Родкин М.В., Андреева М.Ю. **2025**. Уточнение характера типовых предвестниковых аномалий для разноглубинных землетрясений Курило-Камчатского региона. *Геодинамика и тектонофизика*, 16(1), 0811. <https://doi.org/10.5800/GT-2025-16-1-0811>
17. Khanchuk A.I., Safonov D.A., Radziminovich Ya.B., Kovalenko N.S., Kononov A.V., Shestakov N.V., Bykov V.G., Serov M.A., Sorokin A.A. **2012**. The largest recent earthquake in the Upper Amur Region on October 14, 2011: First results of multidisciplinary study. *Doklady Earth Sciences*, 445(1): 916–919.

18. Прытков А.С., Сафонов Д.А., Полец А.Ю. **2018**. Модель очага Оморского землетрясения 14 августа 2016 г. $M_w = 5.8$ (о. Сахалин). *Тихоокеанская геология*, 37(5): 112–119. doi:10.30911/0207-4028-2018-37-5-112-119
19. Safonov D.A. **2022**. The earthquake of February 13, 2020, $M = 7.0$ and seismotectonic conditions at intermediate depths of the Southern Kuril Islands. *Pure and Applied Geophysics*, 179(11): 4147–4162. <https://doi.org/10.1007/s00024-021-02926-5>
20. Прытков А.С., Василенко Н.Ф. **2022**. Парамуширское землетрясение 25.03.2020 г., $M_w = 7.5$, и его влияние на современную геодинамику прилегающего участка Курило-Камчатской зоны субдукции. *Геодинамика и тектонофизика*, 13(3), 0641. <https://doi.org/10.5800/GT-2022-13-3-0641>
21. Сафонов Д.А. **2020**. Реконструкция поля тектонических напряжений глубокой части южного сегмента Курило-Камчатской и северного сегмента Японской зоны субдукции. *Геодинамика и тектонофизика*, 11(4): 743–755. <https://doi.org/10.5800/GT-2020-11-4-0504>
7. Safonov D.A., Konovalov A.V. **2017**. Moment tensor inversion in the Kuril-Okhotsk and Sakhalin regions using ISOLA software. *Russian Journal of Pacific Geology*, 36(3): 102–112. (In Russ.). URL: http://itig.as.khb.ru/POG/2017/n_3/PDF_3_17/102-112.pdf
8. Richter C.F. **1958**. *Elementary seismology*. New York: Freeman and Co., 768 p.
9. Safonov D.A. **2025**. [Relationship between the magnitudes M_{LH} and M_w for the Kuril-Okhotsk region and its use for transit calculations to other magnitudes]. *Journal of Volcanology and Seismology*, 2: 20–37. (In Russ.).
10. Safonov D.A. **2024**. Relationships for conversion of energy characteristics of earthquakes in the Kuril-Okhotsk region. *Voprosy inzhenernoj seismologii*, 51(2): 102–117. (In Russ.). <https://doi.org/10.21455/VIS2024.2-6>
11. Saltykov V.A. **2011**. A statistical estimate of seismicity level: The method and results of application to Kamchatka. *Journal of Volcanology and Seismology*, 5: 123–128. <https://doi.org/10.1134/S0742046311020060>
12. Poplavskaya L.N. (ed.) **2006**. [Regional catalog of earthquakes on Sakhalin Island, 1905–2005]. Yuzhno-Sakhalinsk: IMGIG DVO RAN, 103 p. (In Russ.).
13. Kim Ch.U., Andreeva M.Yu. **2009**. [Earthquake catalog of the Kuril-Kamchatka region (1737–2005)]. Preprint. Yuzhno-Sakhalinsk: IMGIG DVO RAN, 126 p. (In Russ.).
14. Safonov D.A., Nagomiyh T.V., Kovalenko N.S. **2019**. Seismicity of the Amur and Primorye regions. Yuzhno-Sakhalinsk: IMGIG FEB RAS, 104 p. (In Russ., abstr. in Engl.).
15. Fokina T.A., Safonov D.A., Kostylev D.V. **2023**. Seismicity of the Amur Region and Primorye, Sakhalin and the Kuril-Okhotsk region in 2018–2019. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii = Earthquakes of Northern Eurasia*, 26 (2018–2019): 154–170. (In Russ., abstr. in Engl.). <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2023.26.13>
16. Rodkin M.V., Andreeva M.Yu. **2025**. Clarification of the nature of typical precursor anomalies for different-depth earthquakes in the Kuril-Kamchatka region. *Geodynamics & Tectonophysics*, 16(1), 0811. (In Russ.). <https://doi.org/10.5800/GT-2025-16-1-0811>
17. Khanchuk A.I., Safonov D.A., Radziminovich Ya.B., Kovalenko N.S., Konovalov A.V., Shestakov N.V., Bykov V.G., Serov M.A., Sorokin A.A. **2012**. The largest recent earthquake in the Upper Amur Region on October 14, 2011: First results of multidisciplinary study. *Doklady Earth Sciences*, 445(1): 916–919.
18. Prytkov A.S., Safonov D.A., Polets A.Yu. **2018**. Model of the Source of the $M_w = 5.8$ Onor Earthquake, August 14, 2016, Sakhalin. *Russian Journal of Pacific Geology*, 12(5): 443–449. <https://doi.org/10.1134/S1819714018050093>

References

1. Safonov D.A., Semenova E.P. **2024**. Seismicity of the South Far East of Russia in 2023. *Geosistemy perehodnykh zon = Geosystems of Transition Zones*, 8(2): 77–90. (In Russ., abstr. in Engl.). <https://doi.org/10.30730/grtz.2024.8.2.077-090>
2. Kostylev D.V., Boginskaya N.V. **2022**. Seismic monitoring of the coal mining area on Sakhalin Island using temporary networks of the FRC GS RAS. *Geodynamics & Tectonophysics*, 13(2), 0634. (In Russ.). <https://doi.org/10.5800/GT-2022-13-2s-0634>
3. Dyagilev R.A. **2020**. *Software for calculating recording capabilities of seismic networks and groups, SArRa*: Certificate for the State Registration of Software Package for Computer No. RU 2020662170 of October 10, 2020. Moscow: Rospatent. (In Russ.).
4. Safonov D.A., Semenova E.P. **2022**. Regional magnitude M_w in the Russian Far East. *Seismic Instruments*, 58(Suppl 1): S42–S57. <https://doi.org/10.3103/S074792392207009X>
5. Rautian T.G. **1964**. [On determining the energy of earthquakes at distances up to 3000 km]. In: *Ekspperimental'naya seismika = Experimental seismic*. Moscow: Nauka Publ., p. 88–93. (Trudy IFZ AN SSSR; № 32(199)). (In Russ.).
6. Sokos E., Zahradník J. **2013**. Evaluating centroid-moment-tensor uncertainty in the new version of ISOLA software. *Seismological Research Letters*, 84: 656–665. <https://doi.org/10.1785/0220130002>

19. Safonov D.A. **2022**. The earthquake of February 13, 2020, $M = 7.0$ and seismotectonic conditions at intermediate depths of the Southern Kuril Islands. *Pure and Applied Geophysics*, 179(11): 4147–4162. <https://doi.org/10.1007/s00024-021-02926-5>
20. Prytkov A.S., Vasilenko N.F. **2022**. The March 25, 2020 $M_w 7.5$ Paramushir earthquake and its impact on recent geodynamics of the adjacent section of the Kuril-Kamchatka subduction zone. *Geodynamics & Tectonophysics*, 13(3), 0641. (In Russ.). <https://doi.org/10.5800/gt-2022-13-3-0641>
21. Safonov D.A. **2020**. Reconstruction of the tectonic stress field in the deep parts of the Southern Kuril-Kamchatka and Northern Japan subduction zones. *Geodynamics & Tectonophysics*, 11(4): 743–755. (In Russ.). <https://doi.org/10.5800/GT-2020-11-4-0504>

Об авторах

Сафонов Дмитрий Александрович (<https://orcid.org/0000-0002-2201-2016>), кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник лаборатории сейсмологии, Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, Южно-Сахалинск, Россия, d.safonov@imgg.ru

Семёнова Елена Петровна (<https://orcid.org/0000-0002-7435-961X>), начальник сейсмической станции «Южно-Сахалинск», Сахалинский филиал ФИЦ «Единая геофизическая служба РАН», Южно-Сахалинск, Россия, semenova@seismo.sakhalin.ru

Костылев Дмитрий Викторович (<https://orcid.org/0000-0002-8150-9575>), кандидат технических наук, директор, Сахалинский филиал ФИЦ «Единая геофизическая служба РАН», Южно-Сахалинск, Россия, kostylev@seismo.sakhalin.ru

Щукин Михаил Анатольевич (<https://orcid.org/0009-0001-9587-1997>), ведущий программист, Сахалинский филиал ФИЦ «Единая геофизическая служба РАН», Южно-Сахалинск, Россия, vgcat.zero@gmail.com

About the Authors

Safonov, Dmitry A. (<https://orcid.org/0000-0002-2201-2016>), Cand. Sci. (Phys. and Math.), Senior Researcher of the Laboratory of seismology, Institute of Marine Geology and Geophysics of the Far Eastern Branch of RAS, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, d.safonov@imgg.ru

Semenova, Elena P. (<https://orcid.org/0000-0002-7435-961X>), Chief of the Seismic station «Yuzhno-Sakhalinsk», Sakhalin Branch of the Federal Research Center “Geophysical Survey of the Russian Academy of Sciences”, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, semenova@seismo.sakhalin.ru

Kostylev Dmitry Viktorovich (<https://orcid.org/0000-0002-8150-9575>), Cand. Sci. (Engineering), Director of the Sakhalin Branch of the Federal Research Center “Geophysical Survey of the Russian Academy of Sciences”, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, kostylev@seismo.sakhalin.ru

Shchukin Mikhail Anatolyevich (<https://orcid.org/0009-0001-9587-1997>), Leading Programmer, Sakhalin Branch of the Federal Research Center “Geophysical Survey of the Russian Academy of Sciences”, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, vgcat.zero@gmail.com

Поступила 04.04.2025

Принята к публикации 29.04.2025

Received 4 April 2025

Accepted 29 April 2025