

VI МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ПРИРОДНЫЕ КАТАСТРОФЫ»

г. Южно-Сахалинск, Сахалинская область

12–16 октября 2026 г.



Ученые и специалисты, аспиранты и студенты обсудят актуальные теоретические и прикладные проблемы, которые волнуют научное сообщество не только Дальневосточного региона России. Среди этих проблем природные катастрофы, методы оценки их опасности и риска, современные технологии геофизического мониторинга в сейсмоактивных и цунамиопасных регионах а также взаимосвязи живых организмов и геосистем.

Приглашаем желающих выступить с докладами и принять участие в обсуждении.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ОБСУЖДЕНИЙ

**Исследования Земли: ответ на вызовы природных и техногенных катастроф**

- Геологическое строение земной коры и структур различного масштаба
- Этапы и стадии развития земной коры и верхней мантии
- Вещественный состав геологических сред и объектов
- Поиск и прогнозирование месторождений полезных ископаемых

**Динамика моря и вопросы изменения климата**

- Потoki вещества и энергии в гидросфере
- Генерация цунами и цунамиопасность
- Моделирование и прогноз морских опасных явлений
- Геолого-геоморфологические аспекты освоения морских побережий

**Живые системы и геологическая среда**

- Влияние природных и антропогенных факторов на живые организмы и экосистемы
- Адаптивные стратегии живых организмов
- Биологическое разнообразие и инвазии
- Анализ состояния экосистем по данным аэрокосмических исследований

**Шаг в науку: технологии и практика**

- Инженерные проекты и прототипы для мониторинга природных процессов
- Цифровые методы анализа геофизических и геоэкологических данных
- Моделирование природных опасностей и их последствий
- Междисциплинарные студенческие исследования

К началу работы конференции будут изданы тезисы докладов в авторской редакции. По материалам докладов будут опубликованы тематические выпуски журнала «Геосистемы переходных зон» (БС-2, входит в Перечень ВАК).

Регистрация участников осуществляется через форму на сайте конференции.

УСЛОВИЯ УЧАСТИЯ И ПРАКТИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ ВЗНОС** оплачивается при регистрации.

- Для аспирантов и молодых ученых до 35 лет **3500 РУБ.** • Для остальных участников конференции **5000 РУБ.** •
- Стоимость участия включает расходы на организацию мероприятий, кофе-брейки, оргнабор участника конференции •

• **ПРОЕЗД И ПРОЖИВАНИЕ** участники конференции оплачивают самостоятельно.

Рекомендуемые гостиницы г. Южно-Сахалинска (вблизи маршрутов общественного транспорта): Lenina Hotel, Монерон, Лотос, Панорама, Командор, Юбилейная.

• **ПРОГРАММА** будет разослана участникам, а также размещена на сайте конференции.

• **ЭКСКУРСИИ:** осмотр достопримечательностей города Южно-Сахалинска; посещение Ботанического сада; геологическая экскурсия.

Подробная информация о сроках подачи тезисов, требованиях к их оформлению, порядке и условиях участия в конференции и экскурсионных мероприятиях будет размещена на сайте конференции и в последующих информационных письмах.

КОНТАКТЫ ОРГКОМИТЕТА

Россия, 693022, г. Южно-Сахалинск, ул. Науки, д. 1 Б  
Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН  
Телефон/факс: 8 (4242) 79-15-17

**Web-страница конференции:**

<https://imggconf.ru>

**E-mail:** [info@imggconf.ru](mailto:info@imggconf.ru)

ОРГАНИЗАТОРЫ И ПАРТНЕРЫ

Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН



Дальневосточное отделение РАН



СФ ГС РАН



ФГБОУ ВО «СахГУ»



СКБ САМИ ДВО РАН



СахалинТех

САХАЛИНТЕХ САХГУ

Правительство Сахалинской области



МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ:

**Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН.**

г. Южно-Сахалинск, ул. Науки, 1 Б.

Проезд автобусами 10, 62, 71, 21.

Остановка — «Институт морской геологии и геофизики».



## Сейсмическая активизация в районе северо-восточного побережья острова Хонсю (ноябрь–декабрь 2025 г.) и ее возможная связь с геодеформационными процессами на о. Шикотан (Малая Курильская гряда)

А. С. Закупин<sup>1,2</sup>, Д. В. Костылев<sup>1,2</sup>, Н. В. Костылева<sup>1</sup>, С. А. Борняков<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, Южно-Сахалинск, Россия

<sup>2</sup> Сахалинский филиал ФИЦ ЕГС РАН, Южно-Сахалинск, Россия

<sup>3</sup> Институт земной коры СО РАН, Иркутск, Россия

**Резюме.** В ноябре–декабре 2025 г. в районе северо-восточного побережья о. Хонсю наблюдались два очага сильной сейсмической активизации. Первый локализовался в районе Японского желоба, второй – там же, но ближе к границе Японского и Курило-Камчатского желобов. Крупнейшим событием за это время стало землетрясение Аомори 8 декабря 2025 г.  $M = 7.6$ . Сейсмический процесс в зоне субдукции – это прежде всего следствие движения тектонических плит, вызывающего избыточные нагрузки в местах их коллизии, а потому возможна связь между сейсмической активностью и деформационными процессами в районе Южных Курильских островов, которые находятся на расстоянии около 400 км от указанного района. Для проверки этого предположения выполнен анализ результатов измерений деформаций горных пород в период с августа по декабрь 2025 г. на о. Шикотан (Малая Курильская гряда). Измерения проводились деформографами, установленными в подземном павильоне (штольне) сейсмической станции «Шикотан» Сахалинского филиала ФИЦ «Единая геофизическая служба РАН». Анализ данных за 5 мес. измерений показал два характерных периода в деформационном процессе. Первый начался после сильного афтершока (18 сентября 2025 г.  $M = 7.8$ ) в зоне Камчатского землетрясения 29(30) июля 2025  $M = 8.8$  и характеризовался сменой знака на противоположный и высокой скоростью деформации. Второй период, начавшийся в ноябре 2025 г., связан с нулевыми скоростями деформации. Данный период совпал с двумя мощнейшими проявлениями сейсмической активизации в районе Японского желоба восточнее о. Хонсю, причем с характерной миграцией в северном направлении в сторону коллизионной зоны Хидака. Также подтверждены ранее полученные результаты о влиянии (в виде импульсных вариаций) на деформации пород в штольне сильных атмосферных циклонов.

**Ключевые слова:** сейсмическая активизация, геодеформационный процесс, деформограф, импульсные вариации, скорость деформации

## Seismic activation on the northeastern coast of Honshu Island (November–December 2025) and its possible connection with geodeformation processes on Shikotan Island (the Lesser Kuril Ridge)

Alexander S. Zakupin<sup>1,2</sup>, Dmitry V. Kostylev<sup>1,2</sup>, Natalya V. Kostyleva<sup>1</sup>, Sergey A. Bornyakov<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Institute of Marine Geology and Geophysics, FEB RAS, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia

<sup>2</sup> Sakhalin Branch of Geophysical Survey of RAS, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia

<sup>3</sup> Institute of the Earth's Crust, SB RAS, Irkutsk, Russia

**Abstract.** Two major seismic activations were observed on the northeastern coast of Honshu Island in November–December 2025. The first activation was localized in the area of the Japan Trench, and the second was located in the same area but closer to the border between the Japan and Kuril-Kamchatka Trenches. The largest event during this time

was the Aomori earthquake on December 8, 2025 with  $M = 7.6$ . The seismic process in the subduction zone is primarily a consequence of the movement of tectonic plates, which causes excessive stress load at the sites of their collision. Therefore, these activations may be related to the deformation processes in the area of the Southern Kuril Islands, which are located about 400 km away. This paper presents the results of rock deformation measurements from August to December 2025 on Shikotan Island (the Lesser Kuril Ridge). Measurements were conducted using strainmeters installed in the underground pavilion (adit) of the Shikotan seismic station of the Sakhalin Branch of the GS RAS. Analysis of the data collected over five months of measurements revealed two characteristic periods in the deformation process. The first one began after a strong aftershock (September 18, 2025,  $M = 7.8$ ) in the area of the Kamchatka earthquake on July 29(30), 2025,  $M = 8.8$ , and is associated with a change of sign and a high rate of deformation. The second period began in November 2025 and was associated with zero deformation rates. This period coincided with two powerful seismic activations in the Japan Trench area east of Honshu Island, with a characteristic northward migration toward the Hidaka collision zone. Previously obtained results on the influence of strong atmospheric cyclones (in the form of pulse variations) on rock deformation in the adit were also confirmed.

**Keywords:** seismic activation, geodeformational process, strainmeter, impulse variations, strain rate

### Финансирование

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и образования РФ (в рамках государственного задания ИМГиГ ДВО РАН № 075-00604-25) и с использованием данных, полученных на уникальной научной установке «Сейсмоинфразвуковой комплекс мониторинга арктической криолитозоны и комплекс непрерывного сейсмического мониторинга Российской Федерации, сопредельных территорий мира» (<https://ckp-rf.ru/usu/507436/>, <http://www.gsras.ru/unu/>).

**Для цитирования:** Закупин А.С., Костылев Д.В., Костылева Н.В., Борняков С.А. Сейсмическая активизация в районе северо-восточного побережья острова Хонсю (ноябрь–декабрь 2025 г.) и ее возможная связь с геодеформационными процессами на о. Шикотан (Малая Курильская гряда). *Геосистемы переходных зон*, 2026, т. 10, № 1, с. 23–32. <https://doi.org/10.30730/gtrz.2026.10.1.023-032>; <https://www.elibrary.ru/aaamho>

### Funding

The work was carried out with the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (out within the framework of the state task of IMGG FEB RAS No. 075-00604-25), using the data obtained from a unique research facility “Seismic infrasound array for monitoring Arctic cryolithozone and continuous seismic monitoring of the Russian Federation, neighbouring territories and the world” (<https://ckp-rf.ru/usu/507436/>; <http://www.gsras.ru/unu/>).

**For citation:** Zakupin A.S., Kostylev D.V., Kostyleva N.V., Bornyakov S.A. Seismic activation on the northeastern coast of Honshu Island (November–December 2025) and its possible connection with geodeformation processes on Shikotan Island (the Lesser Kuril Ridge). *Geosistemy perhodnykh zon = Geosystems of Transition Zones*, 2026, vol. 10, No. 1, p. 23–32. (In Russ.). <https://doi.org/10.30730/gtrz.2026.10.1.023-032>; <https://www.elibrary.ru/aaamho>

## Введение

Сахалинская область, и в частности Курильские острова, является одним из самых сейсмически активных регионов России. Курильские острова входят в состав Тихоокеанского сейсмического пояса и характеризуются большой контрастностью и интенсивностью тектонических движений, высоким уровнем сейсмичности и активным вулканизмом.

В 2024 г. на о. Шикотан, крупнейшем острове Малой Курильской гряды, были начаты непрерывные деформационные измерения в подземном павильоне (штольне) сейсмической станции «Шикотан» Сахалинского

филиала Федерального исследовательского центра «Единая геофизическая служба РАН» (СФ ФИЦ ЕГС РАН). Штольня расположена на отметке 35 м над уровнем моря в сопке высотой 57 м и пройдена без применения взрывных технологий. Измерения деформаций горных пород по авторскому методу С.А. Борнякова и Д.В. Салко [1] реализованы на современном аппаратном и программном уровне, а данные измерений передаются напрямую в центр обработки в г. Южно-Сахалинск. Формат данных позволяет проводить оперативную обработку в любом современном математическом пакете.

После создания в 1965 г. подземного павильона регистрация там велась с помощью

наклономеров системы А.Е. Островского [2] и кварцевого деформографа\*. При этом до 1976 г. обработка записей наклономеров и деформографов практически не проводилась, за исключением наблюдений в период 1967–1970 гг. [3]. Авторами работы [3] были получены интересные результаты о резком изменении хода наклонов примерно за два месяца перед цунамигенным землетрясением 11 августа 1969 г. ( $M = 8.25$ , интенсивность 7-8 баллов в с. Малокурильское) и за один месяц перед землетрясением 27 февраля 1970 г. (интенсивность сотрясений в с. Малокурильское 5 баллов). Величина изменения наклона по составляющей север–юг перед рассмотренными землетрясениями находилась в пределах 2.5". После землетрясения во всех упомянутых случаях направление хода наклонов не менялось в течение довольно длительного времени – от одного до трех месяцев. Было сделано предположение, что крылья разлома после высвобождения энергии, выразившегося в землетрясении, продолжают по инерции движение в том же направлении, что и до землетрясения. К сожалению, нам не удалось найти информацию о результатах наблюдений деформационных процессов на Геофизической обсерватории (ГФО) «Шикотан» за 1980-е годы, а в 1995 г., в связи с отсутствием необходимого финансирования и после разрушительного Шикотанского землетрясения 4 октября 1994 г., когда наземные сооружения ГФО «Шикотан» получили значительные повреждения, сейсмическая станция «Шикотан» была законсервирована, а далее, с 1 января 1997 г., официально закрыта.

Нами первые результаты деформационных измерений были получены в период с октября 2024 по июль 2025 г. [4]. И в поперечной, и в продольной компонентах деформаций были выделены компоненты приливных волн.

Важным результатом в работе [4] было выделение изменений на кривой хода продольной деформации, которая, как отмечено ее авторами, более информативна, чем поперечная, в силу ее меньшей чувствительности к метеорологи-

ческим факторам (циклонам). Смена скорости хода деформации происходила дважды, и если в первый раз она могла быть связана с близкими ощутимыми землетрясениями (март 2025 г.), то во второй раз кривой с вдвое увеличившейся скоростью деформации соответствует период сейсмического роя (с 19 по 28 июня 2025 г.), с окончанием которого скорость хода деформации также перешла к уменьшению. Помимо этого, в работе [4] за исследованный период выделены шесть импульсных вариаций без смены тренда (длительностью до 10 дней в данных продольной компоненты), которые с большой вероятностью отражают прохождение циклонов. По данным поперечной компоненты, ввиду ее высокой чувствительности к циклонической активности, возбуждение вместо 10 дней сохраняется в течение нескольких недель.

В моменты сильных удаленных землетрясений (20 и 30 июля 2025 г. к востоку от п-ова Камчатка) в данных по обеим компонентам наблюдался очень короткий высокоамплитудный знакопеременный импульс. Одним из самых интересных результатов можно назвать резкие ускорения и замедления хода деформации на графике продольной компоненты в период с 9 по 30 июля 2025 г., что нехарактерно для ранее изученного тренда и, возможно, связано с подготовкой сильных землетрясений 20 и 30 июля 2025 г. вблизи п-ова Камчатка [4].

Для проверки этого предположения необходимо провести наблюдение развития деформационного процесса в штольне и после камчатского землетрясения 29(30).07.2025 г. Релаксационный процесс в зоне субдукции Курило-Камчатской дуги, предположительно, займет несколько лет, однако актуальность выбора – какой именно период будет информативен после события, определяется прежде всего реальной локальной геодинамической обстановкой.

С 9 ноября значительная активизация сейсмичности отмечается на восточном побережье Японии. Сильнейшим за это время стало землетрясение (получившее название Аомори) 8 декабря 2025 г.,  $M = 7.6^{**}$ . Очаги активизации

\* Каталог геофизической аппаратуры: Информ. справочник. Вып. 4. М.: Наука: 1981, с. 146–148.

\*\* <http://mseism.gsras.ru/EqInfo/RequestsHandler?cmd=toinfmsg&lang=ru&imid=314>

находятся в непосредственной близости от пункта регистрации деформаций в штольне на о. Шикотан, и есть вероятность, что сейсмические процессы могли отразиться в данных измерений.

Работа посвящена анализу измерений, проведенных с 12 августа по 11 декабря 2025 г., в период сейсмической активизации в районе Южных Курильских островов и вблизи о. Хонсю, и выявлению возможных взаимосвязей сейсмических и деформационных процессов.

## Методика

В рамках договора между Институтом земной коры Сибирского отделения РАН (ИЗК СО РАН) и СФ ФИЦ ЕГС РАН в подземном павильоне (штольне) на о. Шикотан было установлено и введено в эксплуатацию (в ноябре 2024 г.) оборудование деформационного мониторинга. Методика измерений базируется на данных, получаемых Инструментальным комплексом (ИК), самостоятельно разработанным нашими коллегами из ИЗК СО РАН [1]. ИК состоит из штанговых датчиков, каждый из которых включает в себя штангу длиной

24 м, изготовленную из квадратных металлических труб размером  $25 \times 25$  мм, и аналоговый тензодатчик (рис. 1 в). Один конец штанги неподвижно закрепляется на бетонном основании (тумба 3 на рис. 1 в), а второй, соединенный с тензодатчиком, зафиксирован на тумбе 4 (рис. 1 в). Свободному перемещению штанги, не допуская ее деформационного прогиба, способствуют подвижные опоры 5 (рис. 1 в). Сами же бетонные тумбы отстоят друг от друга на расстоянии 3 м и являются основным конструктивным элементом ИК. Штанговые датчики ИК расположены во взаимно перпендикулярных выработках штольни, ориентированных под углами  $35^\circ$  и  $55^\circ$  к простиранию зоны субдукции, что показано на рис. 1 а и б.

ИК включает в себя прибор сбора и передачи данных (ПСПД), аналого-цифровые преобразователи (АЦП), аналоговые датчики, систему автономного питания, базовый сервер, а также серверную и клиентскую программы управления. Ключевой задачей ИК, помимо собственно измерений и записи данных во внутреннюю флэш-память, является их последующая передача на удаленный базовый сервер в режиме реального времени по каналу связи компании «Мегафон». В ПСПД использована шина RS485, позволяющая

одновременно подключить до 32 АЦП, само же число используемых датчиков определяется количеством каналов АЦП. В качестве измерителя применяются тензодатчики балочного типа, тарированные на линейные деформации. Датчики опрашиваются АЦП каждые 10 секунд с дискретностью 8 Гц, накапливая значения. Накопленные значения усредняются и передаются сначала на ПСПД, а далее на базу данных на сервер в ИЗК СО РАН.

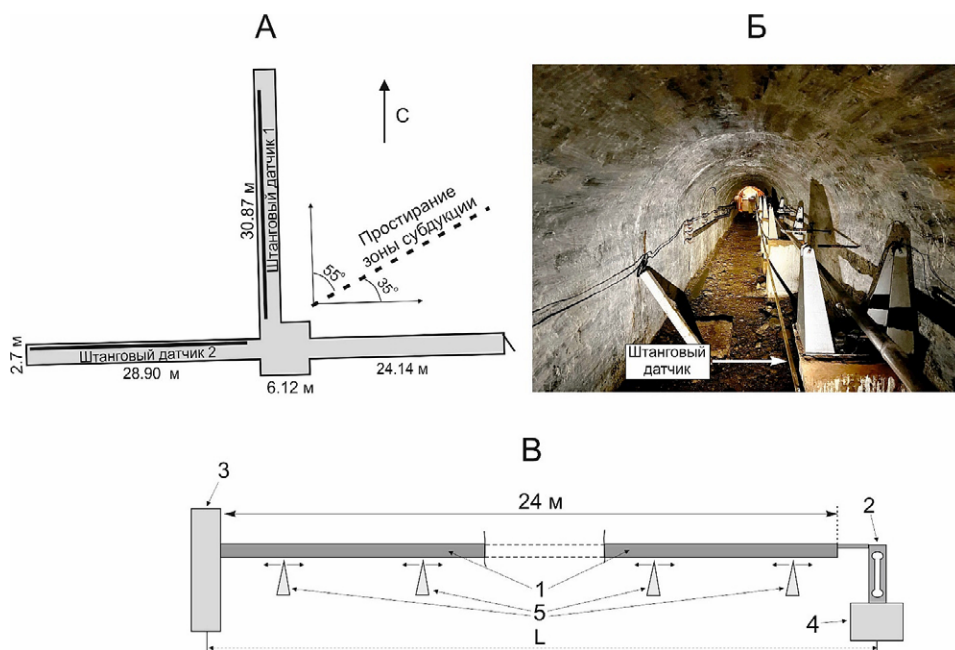


Рис. 1. Контурная схема штольни (а), внешний вид одного из ее рабочих ходов (б) и устройство размещенных в ней штанговых датчиков (в) [4].

Fig. 1. Plan of the adit (a), outlook of one of its working sections (б), and arrangement of rod sensors placed in it (в) [4].

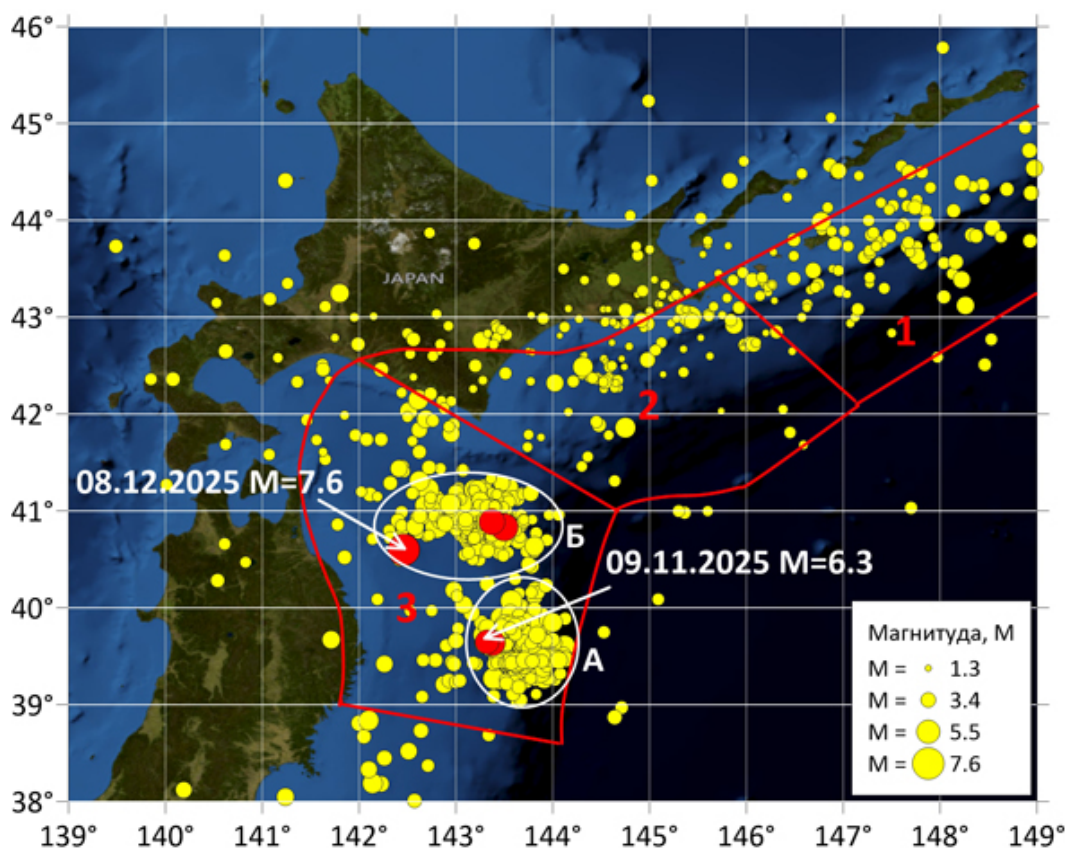
## Результаты наблюдений

Сейсмической сетью СФ ФИЦ ЕГС РАН, включающей сеть широкополосных станций на Дальнем Востоке России [5], с учетом привлечения данных сети короткопериодных станций Хоккайдского университета, расположенных на о. Хоккайдо [6], с 1 ноября по 15 декабря 2025 г. зарегистрирована сейсмическая активизация в районе сочленения Японского и Курильского желобов (рис. 2).

Распределение числа сейсмических событий по времени (датам) показано на рис. 3. Там же построен график распределения максимальных зарегистрированных в течение суток магнитуд. Из рис. 3 видно, что активизация на участке А (рис. 2) началась 8 ноября

2025 г. (37 событий с максимальной магнитудой  $M = 5.3$ ), достигла максимальной интенсивности 9 ноября (85 событий с максимальной магнитудой  $M = 6.3$ ) и начиная с 14 ноября пошла на спад, хотя отдельные землетрясения продолжались и в первой половине декабря (рис. 3). Всего на участке А зафиксировано 344 события.

С 8 декабря 2025 г. (землетрясение Аомори  $M = 7.6^*$ ) начинается сейсмическая активизация в районе Б. Землетрясение Аомори стало одним из сильнейших в регионе в 2025 г. По данным ТАСС\*\*, в результате землетрясения по меньшей мере 30 чел. получили травмы различной степени тяжести. Для восточного



**Рис. 2.** Район сочленения Курильского и Японского желобов, включающий в себя три зоны: 1 – Курильский желоб, побережье Южно-Курильских островов; 2 – сочленение Курильского и Японского желобов, побережье Токачи–Немуру; 3 – Японский желоб, побережье Санрику–Хидака. Овалами выделены участки сейсмической активизации А и Б. Желтыми маркерами указаны землетрясения с  $M \geq 1.3$ , красными – землетрясения с  $M \geq 6.0$ .

**Fig. 2.** The area of the junction of the Kuril and Japan Trenches, which includes three zones: 1, the Kuril Trench, the coast of the South Kuril Islands; 2, the junction of the Kuril and Japan Trenches, the coast of Tokachi–Nemuro; 3, the Japan Trench, the coast of Sanriku–Hidaka. The areas of seismic activations A and B are highlighted with ovals. Earthquakes with  $M \geq 1.3$  are indicated in yellow, and earthquakes with  $M \geq 6.0$  are indicated in red.

\* <http://mseism.gsras.ru/EqInfo/RequestsHandler?cmd=toinfmsg&lang=ru&imid=314>

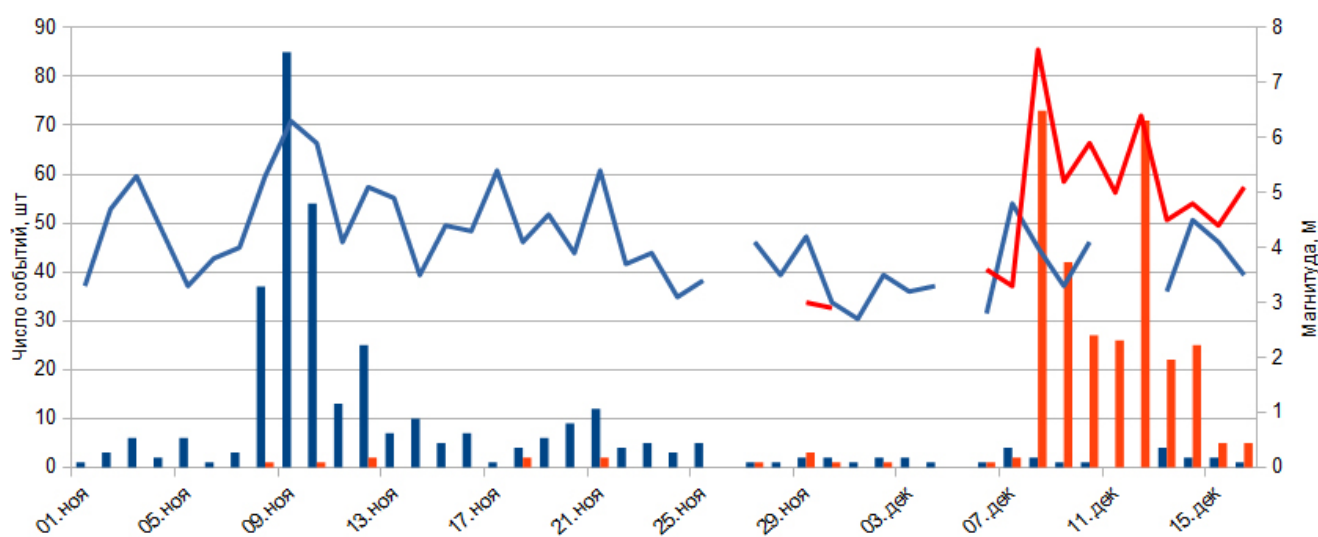
\*\* <https://tass.ru/proisshestviya/25850823>

и северо-восточного побережья Японии была объявлена угроза цунами. Землетрясение вызвало перебои в работе железнодорожного транспорта на востоке и северо-востоке страны, временно останавливалось движение скоростных поездов «Синкансэн». По данным СФ ФИЦ ЕГС РАН, на территории России землетрясение ощущалось в населенных пунктах на островах Кунашир и Шикотан силой 3-4 балла. Для уточнения параметров воздействия на населенные пункты о. Шикотан (села Малокурильское и Крабозаводское, находящиеся на расстоянии 497 и 490 км от эпицентра землетрясения соответственно) использовались данные инженерно-сейсмометрических станций СФ ФИЦ ЕГС РАН, установленных на жилых домах указанных населенных пунктов [7]. Сила сотрясения зданий, по этим данным, составила 4.1 балла по шкале МСК-64 [8]. Всего за период с 8 по 15 декабря 2025 г. на участке Б было зарегистрировано 313 сейсмических событий.

В границах зоны Санрику–Хидака (зона 3 на рис. 2) Японского желоба за всю историю сейсмических наблюдений произошло множество землетрясений различной магнитуды, включая сильные, с  $M \geq 7.0$  [9]. В данном регионе соединяются несколько островных дуг, образуя очень сложную тектоническую струк-

туру [10], в связи с чем при сильных землетрясениях в зоне Санрику–Хидака (зона 3, рис. 2) опасность возникновения более сильных событий распространяется на зону Токачи–Немуро (зона 2, рис. 2) и далее до границ зоны 1 на рис. 2 (Курильская впадина) [11]. Активные подводные разломы, начинающиеся в районе юго-западной части Курильской впадины от о. Шикотан, считаются тесно связанными с крупными землетрясениями на границе плит между субдуцирующей Тихоокеанской плитой и континентальным массивом Хоккайдо [12], что делает особо важными материалы, получаемые в результате деформационного мониторинга на о. Шикотан.

Как уже ранее было отмечено в [4], наиболее информативной компонентой в измерениях деформаций является компонента перемещений в направлении север–юг ( $u$ ), поэтому в данной работе мы ограничимся данными ее измерений. Для анализа использованы записи с 12 августа по 15 декабря 2025 г. На рис. 4 представлен график изменения деформации горной породы в штольне с 1 ноября 2024 г., на котором разделены периоды измерений до и после 12 августа (красная линия). Данный график необходим для понимания общей картины и помогает увидеть долговременные тренды.



**Рис. 3.** Распределение во времени числа сейсмических событий (гистограмма) и их максимальных магнитуд (график) в районах сейсмической активизации А (синий цвет) и Б (красный цвет), показанных на рис. 2.

**Fig. 3.** Time distribution of the number of seismic events (histogram) and magnitude (graph) in the areas of seismic activations A (blue) and B (red), shown in Fig. 2.

На рис. 4 до 12 августа 2025 г. хорошо виден главный результат из работы [4]. В первую очередь там отмечалось ускорение деформации перед землетрясением вблизи п-ова Камчатка (несколько этапов: первый с 22 марта, второй с 19 июня и последний с 14 июля 2025 г. [4]). Теперь на основе новых данных его можно дополнить важной деталью – деформация перестала расти уже через 10 дней после землетрясения 29(30).07.2025 г. На рис. 5 показан масштабированный фрагмент из графика на рис. 4, который отражает материал измерений после 12 августа, его рассмотрим далее детально. Как и в нашей работе [4], линейная аппроксимация по методу Linear Fit\* позволила нам выделить участки с постоянной скоростью деформации (как и в [4], получилось три участка), на рис. 5 они отмечены красными линиями. На рис. 5 также указаны характерные точки – смены скорости хода (переход к новому аппроксимированному участку), а также импульсные возмущения, обсуждение которых ниже приведено отдельно.

18 сентября и 8 декабря 2025 г. на графике выделяются знакопеременные импульсы (второй значительно слабее), которые, как и в работе [4], отражают динамическое воздействие на породу в штольне сильных удаленных зем-

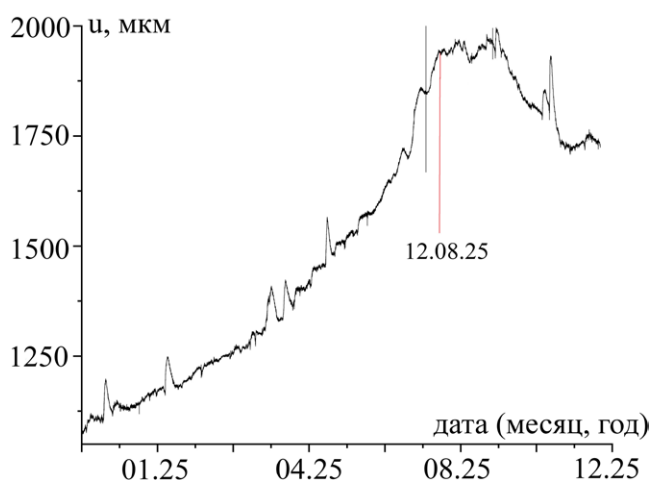


Рис. 4. Изменение деформации горной породы в штольне с ноября 2024 по декабрь 2025 г.

Fig. 4. Variation of rock deformation in the adit from November 2024 to December 2025.

летрясений (афтершок вблизи п-ова Камчатка и землетрясение Аомори).

Точки смены тренда, определяемые как переходы между участками с разной, но постоянной скоростью деформации, выделены 9 августа, 26 сентября и 9 ноября 2025 г.

Практически сразу после самого сильного афтершока Камчатского землетрясения 29(30).07.2025\*\*, который произошел 18.09.2025 г., направление деформационного процесса меняется на противоположное тому, что регистрировалось от начала наблюдений. Наблюдается, можно сказать, цепочка событий: рост скорости деформации – главное событие (землетрясение 29(30).07.2025 г. вблизи п-ова Камчатка) – замедление скорости деформации до нуля – главный афтершок – смена знака деформации и снова высокие скорости.

Замедление и остановка процесса деформирования 09.11.2025 г., очевидно, связаны с началом сейсмической активизации в Японии, причем знакопеременный импульс зарегистрирован и во время землетрясения Аомори. Фактически деформационный процесс развивался с 18 сентября довольно динамично до 9 ноября, далее произошла его полная остановка. Считаем это подтверждением гипотезы

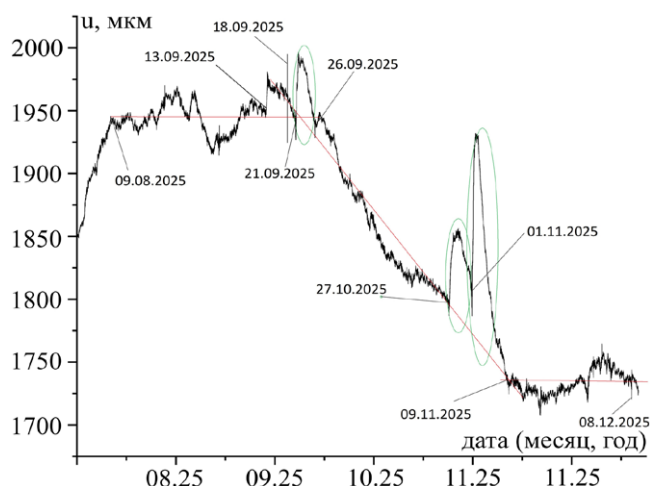


Рис. 5. Изменение деформации горной породы в штольне с 01.08.2025 по 11.12.2025 г. Красными линиями отмечены участки с постоянной скоростью деформации.

Fig. 5. Variation of rock deformation in the adit from August 1, 2025 to December 11, 2025. Red lines indicate sections with a constant deformation rate.

\* Origin Pro, Version 2021. OriginLab Corporation, Northampton, MA, USA. URL: [https://www.bioz.com/search?q=originpro&other=true&exact\\_search=true&rating\\_sort=true](https://www.bioz.com/search?q=originpro&other=true&exact_search=true&rating_sort=true)

\*\* <http://mseism.gsr.ru/EqInfo/RequestsHandler?cmd=toinfmsg&imid=306>

о возможной связи процесса деформирования в районе о. Шикотан и сейсмической активности в Японии.

В завершение отметим три импульсные вариации в исследованный период (см. рис. 5, отмечены эллипсами), о которых следует сказать отдельно. Эти вариации с удивительной точностью коррелируют с сильнейшими штормами в районе о. Шикотан, что подтверждает результаты работы [4] о связи 6 импульсных вариаций с метеорологическими условиями.

В начале третьей декады сентября (21.09.2025 г.) к Южным Курильским островам приблизился циклон с давлением в центре 994 гПа. Он двигался вдоль гряды со стороны Тихого океана со скоростью 30 км/ч. 22 сентября, вблизи Северных Курильских островов, циклон усилился до 990 гПа. Над южной частью моря наблюдалось усиление ветра до 20–25 м/с, волнение моря достигло 3–4 м. В дальнейшем циклон отошел на восток, но над морем до 23 сентября сохранялись ветры северной четверти со скоростью до 10–15 м/с и с волнением до 2–3 м [13]. Второй эпизод был отмечен 28 октября 2025 г. По сообщению Росгидромета, на Курильских островах наблюдался сильный дождь, на юге гряды ветер достигал ураганных значений 30–35 м/с. 29 октября интенсивность осадков ослабла до небольших и умеренных: на севере они проявились в виде снега, на юге в виде дождя и мокрого снега, а ветер на юге Курильских островов стих до 23–28 м/с\*. Практически сразу же второй волной 1–2 ноября на острова обрушился циклон, который на графике отражают вторая и третья импульсные вариации. По сводкам Гидрометцентра России, 1–2 ноября на Курильских островах наблюдался сильный дождь со штормовым ветром со скоростью 20–25 м/с (в районе Шикотана был очень сильный дождь и штормовой ветер 33–35 м/с)\*. Значит, наше предположение [4], что циклоны отражаются в изменении продольной компоненты именно таким образом (характерная форма роста и спада – импульсная вариация), подтвердилось с высокой степенью достоверности. При дальнейшем ана-

лизе это даст экономию времени, которое не нужно будет тратить на выяснение источника таких возмущений.

## Заключение

Анализ данных геодеформационного мониторинга в штольне на о. Шикотан с 12 августа по 15 декабря 2025 г. позволил выявить некоторые особенности деформационного процесса в связи с проявлениями сейсмической активизации в районе сочленения Японского и Курильского желобов. Наблюдался резкий рост скорости деформации перед землетрясением 29(30) июля  $M = 8.8$  вблизи п-ова Камчатка, падение ее к 9 августа до нулевых значений, а через неделю после сильного афтершока 18 сентября  $M = 7.8$  знак деформации сменился, и до 9 ноября 2025 г. с высокой скоростью она развивалась в обратном направлении. Далее опять произошел спад скорости деформации до нулевых значений. Это совпало во времени с началом сильной активизации сейсмичности в Японии 9 ноября.

Зафиксирован также знакопеременный импульс как результат динамического воздействия на штольню сильного удаленного землетрясения Аомори 8 декабря 2025 г. ( $M = 7.6$ ), начавшего второй период сейсмической активизации в Японии.

На основе данных деформационных измерений в штольне в августе–декабре 2025 г. авторами найдено подтверждение ранее выявленных форм реакции деформографа на воздействие циклонов. Таким образом, в дополнение к опубликованным ранее результатам, которые показывали связь деформации с сейсмическим событием в районе Камчатки, в настоящей работе представлены данные, доказывающие тот факт, что деформации горных пород в штольне на о. Шикотан не только отражают локальные эффекты в ближней зоне (например, сейсмический рой с 19 по 28 июня 2025 г. районе о. Шикотан), но и имеют региональное значение в рамках взаимодействия литосферных плит.

\* <https://meteoinfo.ru/novosti/21567-na-ostrovakh-i-poberezhyakh-dalnego-vostoka-sokhranyaetsya-tsiklonicheskaya-deyatelnost>

## Список литературы

- Салко Д.В., Борняков С.А. Автоматизированная инструментальная система для мониторинга геофизических параметров на геодинамических полигонах. *Приборы*. 2014,168(6):24–28.
- Островский А.Е. (ред.) *Изучение земных приливов: сб. ст. (Результаты МГГ)*. М.: Изд-во АН СССР, 1961, 76 с.
- Пустовитенко Б.Г., Пустовитенко А.Н., Соловьев С.Л. Наклономерные наблюдения на о. Шикотан. *Доклады АН СССР*. 1971,200(1):94–96.
- Костылев Д.В., Закупин А.С., Костылева Н.В., Борняков С.А., Салко Д.В., Стовбун Н.С. Деформации горных пород по данным измерений в штольне на о. Шикотан (Малая Курильская гряда) в 2024–2025 гг. *Геодинамика и тектонофизика*. 2025,16(6):0865. <https://doi.org/10.5800/GT-2025-16-6-0865>
- Костылев Д.В., Гоев А.Г., Костылева Н.В. Сейсмическая сеть южного сегмента Дальневосточной зоны РФ и ее возможности для изучения неоднородностей в верхней мантии. *Вестник Московского университета. Серия 4. Геология*. 2025,5:100–108. <https://doi.org/10.55959/msu0579-9406-4-2025-64-5-100-108>
- Ichiyanagi M., Takahashi H., Mikhaylov V., Kostylev D., Levin Y. Evaluation for hypocenter estimation error in the southwestern Kuril trench using Japan and Russia joint seismic data. *Earth, Planets and Space*. 2020,72(1):86. doi:10.1186/s40623-020-01215-0
- Костылев Д.В., Костылева Н.В. Система инженерно-сейсмометрических наблюдений на Курильских островах в условиях постоянных интенсивных сейсмических воздействий. *Природные и техногенные риски. Безопасность сооружений*. 2025,6(81):30–37.
- Медведев С.В., Шпонхойер В., Карник В. *Международная шкала сейсмической интенсивности MSK-64*. М.: МГК АН СССР, 1965, 11 с.
- Takahashi N., Kodaira S., Tsuru T., Park Jin-Oh, Kaneda Y., Suyehiro K., Kinoshita H., Abe S., Nishino M., Hino R. Seismic structure and seismogenesis off Sanriku region, northeastern Japan. *Geophysical Journal International*. 2004,159(1):129–145. <https://doi.org/10.1111/j.1365-246X.2004.02350.x>
- Iwasaki T., Sato H., Shinohara M., Ishiyama T., Hashima A. Fundamental structure model of island arcs and subducted plates in and around Japan. In: *2015 Fall Meeting, American Geophysical Union, San Francisco, Dec. 14–18*. 2015, T31B-2878.
- Satake K. Geological and historical evidence of irregular recurrent earthquakes in Japan. *Philosophical Transactions: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*. 2015,373(2053),20140375. <https://doi.org/10.1098/rsta.2014.0375>
- Izumi N., Nishizawa A., Horiuchi D., Kido Y., Goto H., Nakata T. 3D bathymetric image of the southwestern part of the Kuril Trench and its vicinity. *Rep. Hydrogr. Oceanogr. Research*. 2017,54:133–155. (In Japan, with Engl. abstr.).
- Мезенцева Л.И., Каптюг В.А. Метеорологические условия. Сентябрь 2025 г. *Ежемесячный гидрометеорологический бюллетень ДВНИГМИ*. URL: [https://www.ferhri.ru/images/stories/FERHRI/Bulletins/Bul\\_2025/09/2025.09\\_ch1\\_meteo.pdf](https://www.ferhri.ru/images/stories/FERHRI/Bulletins/Bul_2025/09/2025.09_ch1_meteo.pdf) (дата обращения 19.02.2026).

## References

- Salko D.V., Bornyakov S.A. Automated instrumental system for monitoring geophysical parameters at geodynamic sites. *Pribory*. 2014,168(6):24–28. (In Russ.).
- Ostrovsky A.E. (ed.) *Study of Earth Tides: Collection. (Results of the IGY)*. Moscow: USSR Academy of Sciences Publ., 1961, 76 p. (In Russ.).
- Pustovitenko B.G., Pustovitenko A.N., Soloviev S.L. Tilt-measuring observations on Shikotan Island. *Doklady AN SSSR = Proceedings of the USSR Academy of Sciences*. 1971,200(1):94–96. (In Russ.).
- Kostylev D.V., Zakupin A.S., Kostyleva N.V., Bornyakov S.A., Salko D.V., Stovbun N.S. Rock deformations deduced from adit-based measurements on the Shikotan Island (Lesser Kuril ridge) in 2024–2025. *Geodynamics & Tectonophysics*. 2025,16(6):0865. (In Russ.). <https://doi.org/10.5800/GT-2025-16-6-0865>
- Kostylev D.V., Goev A.G., Kostyleva N.V. Seismic network of the southern segment of the Far Eastern zone of Russia and its potential for studying upper mantle heterogeneities. *Moscow University Bulletin. Series 4. Geology*. 2025,5:100–108. (In Russ.). <https://doi.org/10.55959/msu0579-9406-4-2025-64-5-100-108>
- Ichiyanagi M., Takahashi H., Mikhaylov V., Kostylev D., Levin Y. Evaluation for hypocenter estimation error in the southwestern Kuril trench using Japan and Russia joint seismic data. *Earth, Planets and Space*. 2020,72(1):86. doi:10.1186/s40623-020-01215-0
- Kostylev D.V., Kostyleva N.V. The system of engineering seismometric observations on the Kuril Islands under conditions of constant intense seismic impacts. *Natural and man-made risks. Safety of Structures*. 2025,6(81):30–37. (In Russ.).
- Medvedev S.V., Sponheuer W., Karnik V. *Seismic Intensity Scale MSK-64*. Moscow, Russia: Interdepartmental Geophysical Commission of the USSR Acad. Sci., 11 p. (In Russ.); Medvedev S., Sponheuer W.,

- Karník V. Neue seismische Skala Intensity scale of earthquakes. In: *7 Tagung der Europäischen Seismologischen Kommission in Jena*. Berlin: Akademie-Verlag, 1964, p. 69–76.
9. Takahashi N., Kodaira S., Tsuru T., Park Jin-Oh, Kaneda Y., Suyehiro K., Kinoshita H., Abe S., Nishino M., Hino R. Seismic structure and seismogenesis off Sanriku region, northeastern Japan. *Geophysical Journal International*. 2004,159(1):129–145. <https://doi.org/10.1111/j.1365-246X.2004.02350.x>
  10. Iwasaki T., Sato H., Shinohara M., Ishiyama T., Hashima A. Fundamental structure model of island arcs and subducted plates in and around Japan. In: *2015 Fall Meeting, American Geophysical Union, San Francisco, Dec. 14–18*. 2015, T31B-2878.
  11. Satake K. Geological and historical evidence of irregular recurrent earthquakes in Japan. *Philosophical Transactions: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*. 2015,373(2053),20140375. <https://doi.org/10.1098/rsta.2014.0375>
  12. Izumi N., Nishizawa A., Horiuchi D., Kido Y., Goto H., Nakata T. 3D bathymetric image of the southwestern part of the Kuril Trench and its vicinity. *Rep. Hydrogr. Oceanogr. Research*. 2017,54:133–155. (In Japan, with Engl. abstr.).
  13. Mezentseva L.I., Kaptyug V.A. Meteorological conditions. September 2025. In: *Monthly hydrometeorological bulletin of DVNIGMI*. Available from: [https://ferhri.ru/images/stories/FERHRI/Bulletins/Bul\\_2025/09/2025.09\\_ch1\\_meteo.pdf](https://ferhri.ru/images/stories/FERHRI/Bulletins/Bul_2025/09/2025.09_ch1_meteo.pdf) (accessed 19.02.2026).

## Об авторах

✉ **Закупин Александр Сергеевич**, кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник, Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН; заместитель директора по научной работе, Сахалинский филиал ФИЦ «Единая геофизическая служба РАН», Южно-Сахалинск, Россия, [zakupin@imgg.ru](mailto:zakupin@imgg.ru). <https://orcid.org/0000-0003-0593-6417>

**Костылев Дмитрий Викторович**, кандидат технических наук, директор, Сахалинский филиал ФИЦ «Единая геофизическая служба РАН»; старший научный сотрудник, Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, Южно-Сахалинск, Россия, [d.kostylev@imgg.ru](mailto:d.kostylev@imgg.ru). <https://orcid.org/0000-0002-8150-9575>

**Костылева Наталья Владимировна**, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, Южно-Сахалинск, Россия, [n.kostyleva@imgg.ru](mailto:n.kostyleva@imgg.ru). <https://orcid.org/0000-0002-3126-5138>

**Борняков Сергей Александрович**, кандидат геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник, Институт земной коры СО РАН, Иркутск, Россия, [bornyak@crust.irk.ru](mailto:bornyak@crust.irk.ru). <https://orcid.org/0000-0002-5119-1092>

## About the Authors

✉ **Zakupin, Alexander S.**, Cand. Sci. (Physics and Mathematics), Leading Researcher, Institute of Marine Geology and Geophysics of the Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences; Deputy Director, Sakhalin Branch of the Federal Research Center of Geophysical Survey of the Russian Academy of Sciences, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, [zakupin@imgg.ru](mailto:zakupin@imgg.ru). <https://orcid.org/0000-0003-0593-6417>

**Kostylev, Dmitry V.**, Cand. Sci. (Engineering), Director, Sakhalin Branch of the Federal Research Center of Geophysical Survey of the Russian Academy of Sciences; Senior Researcher, Institute of Marine Geology and Geophysics of FEB RAS, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, [d.kostylev@imgg.ru](mailto:d.kostylev@imgg.ru). <https://orcid.org/0000-0002-8150-9575>

**Kostyleva, Natalya V.**, Cand. Sci. (Engineering), Senior Researcher, Institute of Marine Geology and Geophysics of FEB RAS, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, [n.kostyleva@imgg.ru](mailto:n.kostyleva@imgg.ru). <https://orcid.org/0000-0002-3126-5138>

**Bornyakov, Sergey A.**, Cand. Sci. (Geology and Mineralogy), Leading Researcher, Institute of the Earth's Crust of the Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Irkutsk, Russia, [bornyak@crust.irk.ru](mailto:bornyak@crust.irk.ru). <https://orcid.org/0000-0002-5119-1092>

Поступила 22.01.2026

Принята к публикации 21.02.2026

Received 22 January 2026

Accepted 21 February 2026