

## ГЕОЛОГИЯ. ГЕОЭКОЛОГИЯ

Научная статья  
УДК 550.34(571.62)

### О ПЕРСПЕКТИВАХ СЕЙСМОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ХАБАРОВСКОГО КРАЯ И БЛИЗЛЕЖАЩИХ ТЕРРИТОРИЙ

В.В. Пупатенко<sup>1</sup>, К.С. Рябинкин<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт тектоники и геофизики им. Ю.А. Косыгина ДВО РАН,  
ул. Ким Ю Чена 65, г. Хабаровск, 680000,  
e-mail: pvv2.dv@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3417-9630>;

<sup>2</sup>Тихоокеанский государственный университет,  
ул. Тихоокеанская 136, г. Хабаровск, 680035,  
e-mail: kostya-rowan@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2115-0855>

*В работе обсуждаются проблемы и перспективы совершенствования сейсмологического мониторинга посредством создания сети, состоящей из большого количества недорогих сейсмостанций. Рассмотрен мировой опыт создания и использования таких приборов. На примере Хабаровского края и прилегающих территорий показана возможная конфигурация планируемой к созданию сети из 50 сейсмостанций. Оценена её эффективность, выделены возможности и перспективы, которые открывает создание такой сети.*

**Ключевые слова:** сейсмостанция, недорогая сейсмостанция, низкочастотные геофоны, сейсмологическая сеть, Приамурье, Хабаровский край.

**Образец цитирования:** Пупатенко В.В., Рябинкин К.С. О перспективах сейсмологического мониторинга Хабаровского края и близлежащих территорий // Региональные проблемы. 2024. Т. 27, № 2. С. 46–48. DOI: 10.31433/2618-9593-2024-27-2-46-48.

Сейсмологический мониторинг – важный и фактически основной способ получения исходных данных как о сейсмической опасности территорий, так и для решения различных других задач сейсмологии, связанных, например, с изучением строения среды распространения волн. Наряду с регионами, в которых существуют плотные сети сейсмостанций [1], в России есть немало сейсмически опасных регионов, в которых количество пунктов наблюдений минимально [2]. К последним относятся в том числе и территории Хабаровского края и Еврейской автономной области (ЕАО) [3].

Решение задачи совершенствования системы сейсмологического мониторинга в целом и наблюдательной сети в частности наталкивается на необходимость чрезмерно больших вложений, только на оборудование требуются десятки милли-

онов рублей при стоимости наиболее распространённых зарубежных сейсмостанций на базе широкополосных сейсмометров 1.5–3 млн руб. [4].

С конца 2010-х гг. популярность во всём мире приобретают недорогие сейсмостанции, стоимость которых в десятки раз ниже. Это очень разные по типу датчиков, назначению и точности приборы, от простейших акселерометров для регистрации сильных подвижек до низкочастотных геофонов, в ряде случаев сопоставимых по точности с традиционными пассивными сейсмометрами. Наибольшую популярность во многих странах заслужила линейка сейсмометров Raspberry Shake, которые удачно сочетают в себе возможность регистрации сильных движений акселерометром, возможность регистрации колебаний малых и умеренных амплитуд за счёт наличия одного или трёх геофонов и удобство использова-

ния, включая простоту встраивания в существующие системы сейсмологических наблюдений.

Использование приборов, подобных Raspberry Shake, может решить проблему развития сейсмологического мониторинга в Хабаровском крае, ЕАО и на прилегающих территориях. Для проверки этой гипотезы была спроектирована возможная конфигурация сети недорогих сейсмостанций в этом регионе. В качестве мест размещения сейсмостанций выбирались населённые пункты Хабаровского края, ЕАО, запада Амурской области и севера Приморского края.

Оценки собственного шума, полученные для этих приборов в работе [4], показывают, что недорогими сейсмостанциями, оборудованными геофонами, возможно регистрировать слабые локальные землетрясения с магнитудой, превышающей 1.7 и 2.2 на эпицентральных расстояниях 100 и 200 км соответственно. При этом соотношение сигнал/шум будет не менее 3.

Исходя из этих данных, для спроектированной сети сейсмостанций рассчитаны регистрационные возможности, то есть определены значения представительной магнитуды, то есть магнитуды тех землетрясений, которые могут быть зарегистрированы без существенных пропусков.

Результаты показали, что спроектированная сеть из 50 сейсмостанций позволяет на территории площадью в 800 тыс. км<sup>2</sup> понизить значение представительной магнитуды до 1.5–2, при существующем значении 2.5–3. Дополнительно схожим образом повышаются возможности регистрации землетрясений в северных районах Хабаровского края. При этом себестоимость оборудования для указанной сети можно оценить всего лишь в 2–3 млн руб.

Реализация подобной сети наблюдений не только позволит получить более полные и точные каталоги землетрясений, но и увеличит перечень сейсмологических исследований, принципиально возможных в этом регионе. Помимо прочего, станет возможным определять механизмы очагов землетрясений слабых и умеренных магнитуд, проводить томографические исследования, изучать параметры затухания сейсмических волн.

Принципиально схожие результаты можно ожидать и во многих других регионах России с умеренной или высокой сейсмичностью, но с недостаточным покрытием территории сейсмическими станциями.

**Работа выполнена в рамках государственного задания ИТиГ ДВО РАН и при поддержке гранта РФФ № 24-17-20031.**

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Саяпина А.А., Багаева С.С., Дмитриева И.Ю., Горожанцев С.В. Результаты сейсмологических наблюдений на территории Республики Северная Осетия-Алания и в прилегающих районах в 2020 году // Российский сейсмологический журнал. 2021. Т. 3, №. 2. С. 86–95. DOI: 10.35540/2686-7907.2021.2.05.
2. Маловичко А.А., Пойгина С.Г. Общие сведения о сейсмичности России // Землетрясения России в 2020 году. Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2022. С. 10–16.
3. Сафонов Д.А. Сейсмическая активность Приамурья и Приморья // Геосистемы переходных зон. 2018. Т. 2, № 2. С. 104–115. DOI: 10.30730/2541-8912.2018.2.2.104-115.
4. Anthony R.E., Ringler A.T., Wilson D.C., Wolin E. Do low cost seismographs perform well enough for your network? An overview of laboratory tests and field observations of the OSOP Raspberry Shake 4D // *Seismological Research Letters*. 2019. vol. 90, N 1. pp. 219–228. DOI: 10.1785/0220180251.

#### REFERENCES:

1. Sayapina A.A., Bagaeva S.S., Dmitrieva I.Yu., Gorozhantsev S.V. Results of seismological observations on the territory of the Republic of North Ossetia–Alania and adjacent areas in 2020. *Rossiiskii seismologicheskii zhurnal*, 2021, vol. 3, no. 2, pp. 86–95. (In Russ.). DOI: 10.35540/2686-7907.2021.2.05.
2. Malovichko A.A., Poigina S.G. General information on seismicity of Russia, in *Zemletryaseniya Rossii v 2020 godu* (Earthquakes in Russia in 2020). Obninsk: GS RAS, 2022. pp. 10–16. (In Russ.)
3. Safonov D.A. Seismic activity of the Amur region and Primorye. *Geosistemy perekhodnykh zon*, 2018, vol. 2, no. 2, pp. 104–115. (In Russ.). DOI: 10.30730/2541-8912.2018.2.2.104-115.
4. Anthony R.E., Ringler A.T., Wilson D.C., Wolin E. Do low cost seismographs perform well enough for your network? An overview of laboratory tests and field observations of the OSOP Raspberry Shake 4D. *Seismological Research Letters*, 2019, vol. 90, no. 1, pp. 219–228. DOI: 10.1785/0220180251.

## ON THE PROSPECTS FOR SEISMOLOGICAL MONITORING OF BOTH THE KHABAROVSK AND NEARBY TERRITORIES

V.V. Pupatenko, K.S. Ryabinkin

*The paper deals with the problems and prospects for improving seismological monitoring through the creation of a numerous low-cost seismic stations network. The authors consider the world experience in creating and using such devices. They show a possible configuration of the planned 50 seismic stations network on both the Khabarovsk and adjacent territories example, having assessed its effectiveness and highlighted the opportunities and prospects for such a network creation.*

**Keywords:** *seismic station, low-cost seismic station, low-frequency geophones, seismological network, Amur region, Khabarovsk Territory.*

**Reference:** Pupatenko V.V., Ryabinkin K.S. On the prospects for seismological monitoring of both the Khabarovsk and nearby territories. *Regional'nye problemy*, 2024, vol. 27, no. 2, pp. 46–48. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2024-27-2-46–48.

*Поступила в редакцию 07.05.2024*

*Принята к публикации 13.06.2024*