

УДК 551: 550.34

НОВЫЕ ДАННЫЕ О СИЛЬНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯХ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА ОСТРОВЕ БЕЛУХА

© 2021 г. А. Н. Овсюченко^{1, *}, член-корреспондент РАН А. Л. Собисевич^{1, **},
М. В. Ляменков^{2, ***}, Р. А. Жостков^{1, ****}

Поступило 10.03.2021 г.
После доработки 13.04.2021 г.
Принято к публикации 13.04.2021 г.

В рамках экспедиции Северного флота и Русского географического общества проведены комплексные геолого-геофизические исследования следов сильных землетрясений на Таймыре и впервые выявлены ранее неизвестные сейсмические очаги. У северо-западного побережья Таймыра, в районе острова Белуха выявлен фрагмент сеймотектонического разрыва правосдвиговой морфологии, который по космическим снимкам прослежен и на соседних островах. Полученные оценки параметров разрыва дают основания полагать, что здесь расположен очаг неоднократных сильных землетрясений прошлого интенсивностью $I_0 = 9–10$ баллов и магнитудами 7.0–7.5.

Ключевые слова: сейсмическая опасность, палеосейсмология, очаг землетрясения, активная тектоника, Таймыр, Арктическая зона Российской Федерации

DOI: 10.31857/S2686739721070070

Определенная в Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации необходимость всестороннего освоения Арктических регионов нашей страны требует оперативного устранения оставшихся “белых пятен” в части разномасштабной геотектонической изученности. Из-за естественной труднодоступности, сурового климата и слабой заселенности Арктическая зона Российской Федерации (АЗРФ) недостаточно глубоко изучена и в плане оценки сейсмической опасности [1, 2]. В этой связи новые результаты, полученные в натуральных исследованиях методами сейсотектоники, среди которых особое место занимает палеосейсмогеологический [6], последовательно способствуют совершенствованию наших представлений о закономерностях регионального сейсмического процесса [5, 7]. В первую очередь для этого используются конкретные морфологические параметры сеймотектонических нарушений – длина, величина и кинематика сме-

щений, которые можно определить непосредственными измерениями деформаций молодых отложений и форм рельефа.

Участие в работе Комплексной экспедиции Северного флота и Русского географического общества на арктические архипелаги в 2020 г. предоставило уникальную возможность реализации плана геолого-геофизических исследований на северном побережье Таймыра и прилегающих островах. Выполнены пионерские исследования следов сильных землетрясений на Таймыре, включая полевые работы, анализ данных дистанционного зондирования, структурно-геоморфологическое и палеосейсмологическое картирование; впервые выявлены сейсмические очаги, которые ранее здесь были неизвестны.

В настоящем сообщении приведены результаты, полученные на о. Белуха в Карском море у северо-западных берегов п-ова Таймыр (рис. 1). По имеющимся сейсмологическим данным Таймыр и его окрестности характеризуются весьма умеренной сейсмичностью, сконцентрированной в основном на северо-востоке полуострова, где было зарегистрировано несколько событий с магнитудами $m_b = 3.9–4.9$ [2].

Остров Белуха представляет собой небольшую возвышенность с полого изогнутой площадкой (террасой) на вершине, высотой около 30 м. Такая морфология резко выделяет его среди основ-

¹ Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта
Российской академии наук, Москва, Россия

² Научно-исследовательский центр “Лаборатория
альтернативной истории”, Королев, Россия

*E-mail: ovs@ifz.ru

**E-mail: alex@ifz.ru

***E-mail: lyamenkov@gmail.com

****E-mail: shageraxcom@yandex.ru

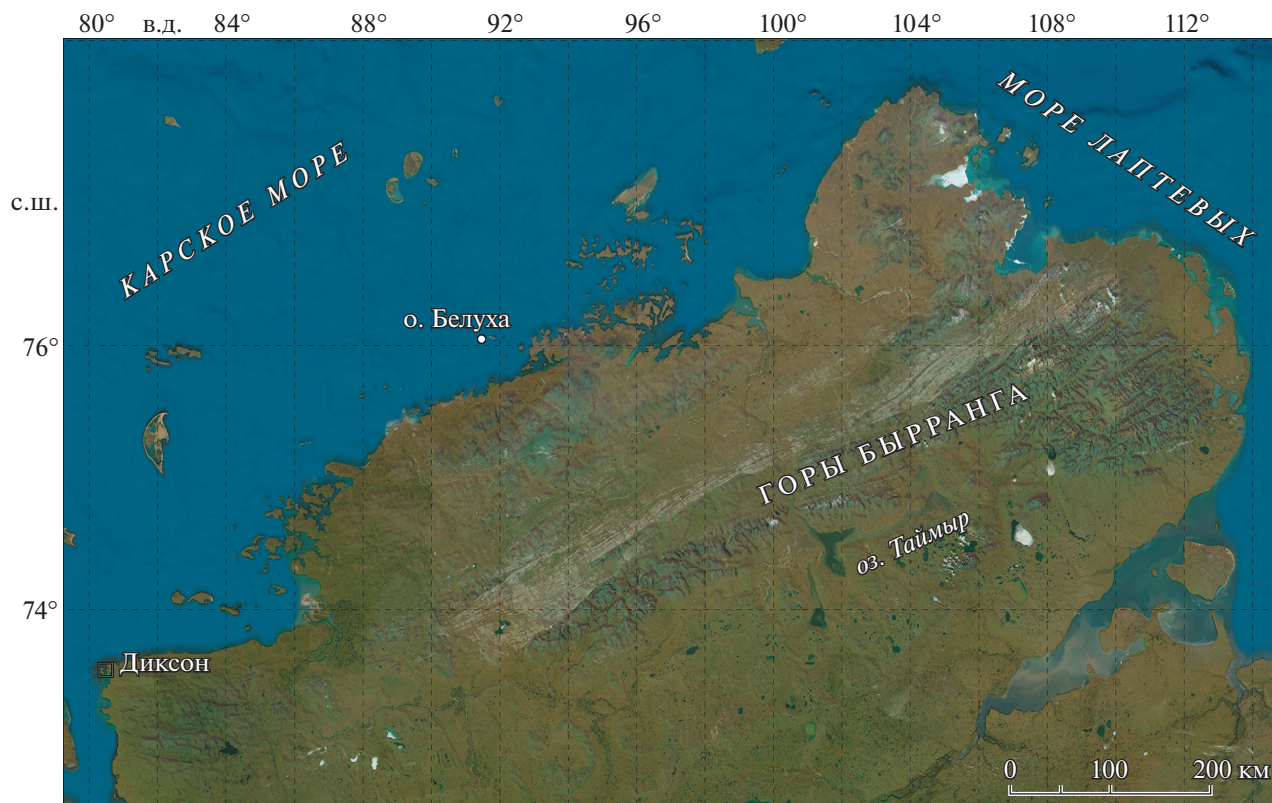


Рис. 1. Общая карта района п-ова Таймыр с положением о. Белуха.

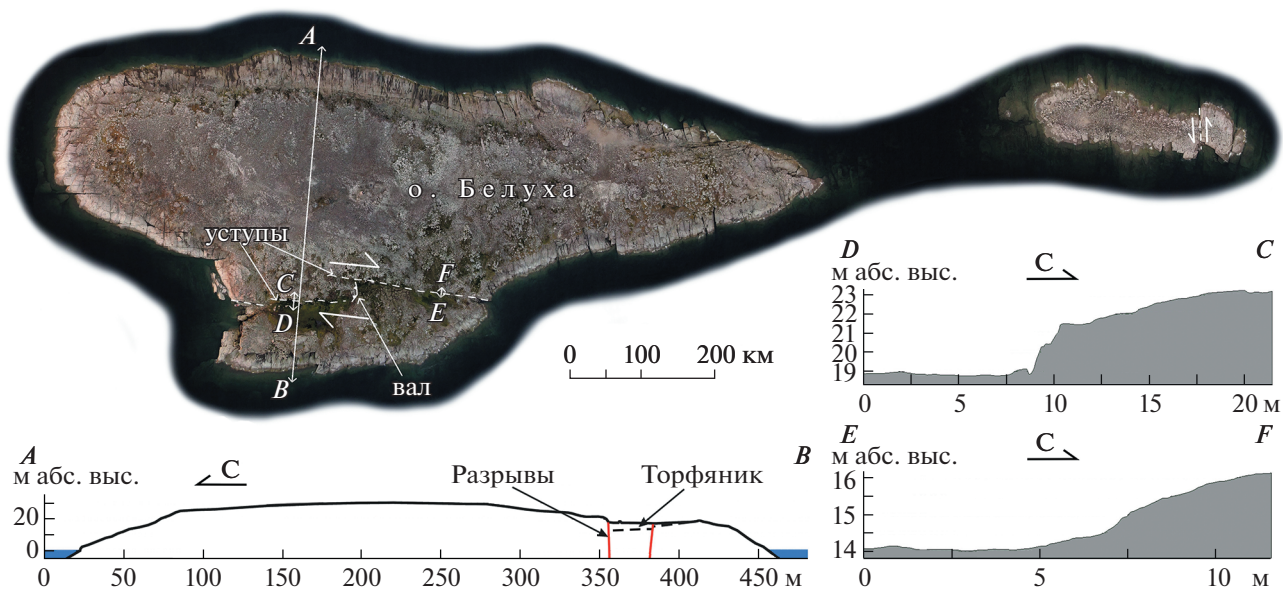


Рис. 2. Фотоплан о. Белуха с профилями острова и тектонических уступов по данным аэрофотосъемки.

ной массы мелких островов притаймырского участка Карского моря, которые, как правило, имеют плоский рельеф и высоту не более 20 м. Породы, слагающие о. Белуха, достаточно одно-

образны по составу и представлены в основном крупнозернистыми плагиогранитами, относимыми к Еремеевско-Бирулинскому гранитоидному комплексу каменноугольного возраста [3].



Рис. 3. Молодые сейсмоструктурные разрывы на о. Белуха. а – разновозрастные поверхности смещения на западном выходе разрыва к морю, вид на северо-запад. б – смещение бенча на восточном выходе разрыва к морю, цифрами обозначены отмершие береговые линии и суммарная величина правого сдвига, вид на север. в – сейсмоструктурный уступ с горизонтальным смещением крупных глыб, косо по отношению к простиранию уступа (направление смещения показано стрелкой), вид на северо-восток в районе профиля С–D. г – горизонтальное смещение плиты, сползшей с новообразованного уступа в результате последней подвижки, вид на север в районе профиля Е–F. д – сейсмический выброс крупных глыб в горизонтальном направлении, вид на север в районе профиля Е–F.

В южной части острова выявлен молодой тектонический разрыв, представленный выразительными сейсмоструктурными рвами шириной от 3 до 15 м и уступами с вертикальным смещением бенча. Уступ прослеживается в виде двух основных сегментов, смыкающихся валом высотой 1–1.3 м, образуя правосдвиговый структурный ансамбль (рис. 2).

На западном фланге уступ имеет две генерации, в разной степени сглаженные выветриванием (рис. 3а). Очевидно, что две разновозрастные плоскости уступа отражают моменты его импульсного подрастания на 1.8 и 2.3 м. Вероятнее всего, эти подрастания произошли в результате

сейсмоструктурных подвижек на соответствующие величины.

На восточном фланге разрыва суммарное смещение бенча в горизонтальной плоскости составляет 12–13 м (рис. 3б). По всей видимости, поднятие трех террасовидных площадок и отмирание соответствующих береговых линий произошло в результате резких подрастаний северного крыла разрыва. Можно предположить, что суммарное смещение накопилось в результате трех импульсных сейсмоструктурных подвижек величиной примерно по 4 м. Основная компонента смещения – в горизонтальной плоскости (правый

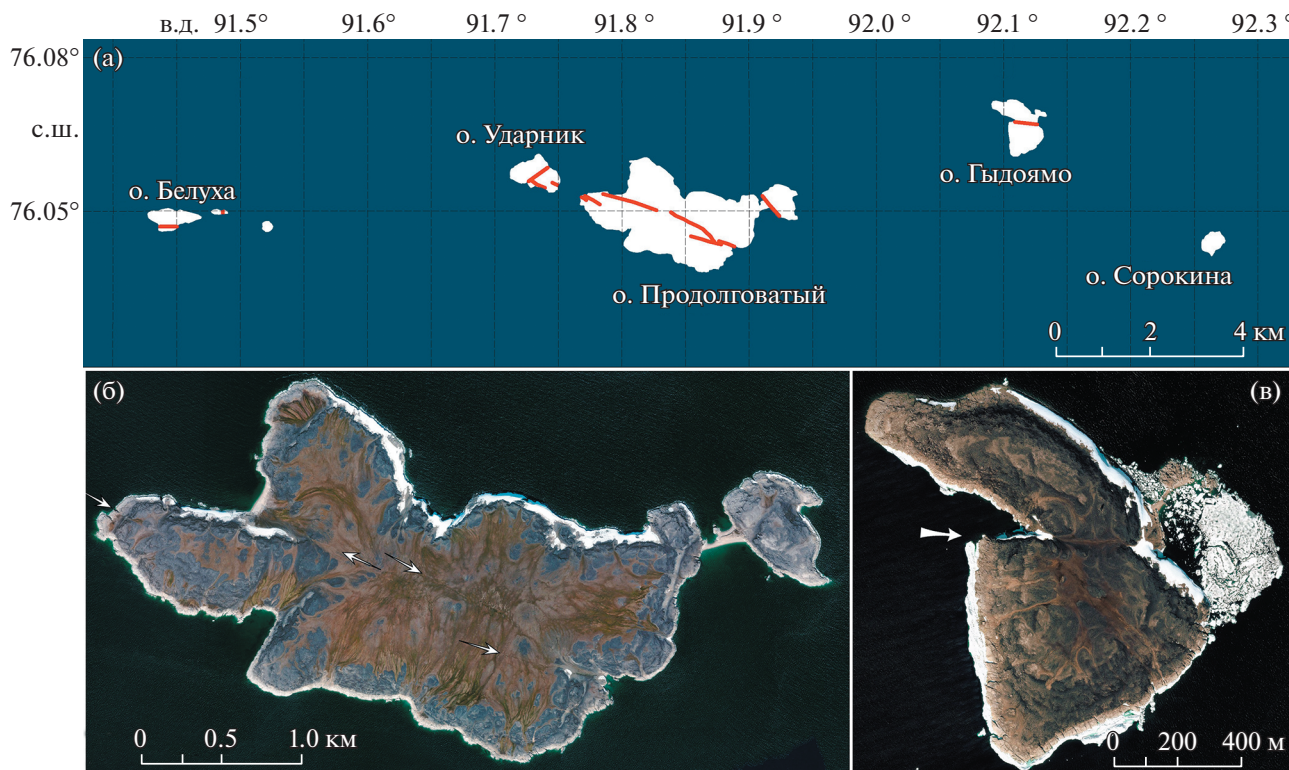


Рис. 4. а – схема молодых тектонических разрывов в районе о. Белуха (красные линии). б – молодые тектонические разрывы (показаны стрелками) на о. Продолговатый, космоснимок. в – молодой тектонический разрыв (правый сдвиг) на о. Гыдоямю, космоснимок. Снимки сделаны аппаратом WorldView-2, изображения получены посредством Esri ArcGIS Desktop.

сдвиг); подчиненная – вертикальная с поднятием северного крыла.

Горизонтальное смещение, дающее минимальную величину последней подвижки в горизонтальной плоскости, обнаруживается в случае правого сдвига плиты, сползшей с новообразованного уступа (рис. 3г). Основание плиты сдвинуто вправо относительно бровки уступа на 1.7–1.8 м. Кроме того, в пределах островной суши на уступе наблюдаются смещения крупных глыб в горизонтальном направлении, косо по отношению к простиранию уступа (рис. 3в), что также указывает на правосдвиговые смещения.

О том, что смещения сопровождалось сильным землетрясением, свидетельствуют деформации выброса, которые отражают редкие случаи импульсного выбрасывания скальных блоков, глыб и грунтовых масс, возникающие в случае мгновенного превышения локальными пиковыми ускорениями грунта ускорения силы тяжести [4]. Один из наиболее ярких случаев – выброс крупной (размером 4 × 6 м при толщине до 1.3 м) плиты в восточном направлении, расколовшейся в результате удара на две части (рис. 3д). Суммарное перемещение на 3–3.5 м произошло на горизонтальной поверхности в восточном направле-

нии. Эта anomальная деформация расположена в 70 м к северу от разрыва. Вероятнее всего, выброс глыб произошел при резком возвратно-поступательном смещении земной поверхности в результате правосдвиговой сейсмотектонической подвижки по разрыву.

Таким образом, полученные данные дают основание полагать, что о. Белуха пересечен активным разломом – очагом неоднократных сильных землетрясений прошлого интенсивностью $I_0 = 9–10$ баллов ($M = 7.0–7.5$). Без абсолютного датирования остается лишь предполагать возраст событий – первые сотни–тысячи лет. При этом на острове выявлен лишь небольшой фрагмент крупной сейсмогенерирующей структуры, размеры которой, судя по параметрам смещений, могут достигать десятков километров и более. По космическим снимкам аналогичные молодые тектонические разрывы прослежены и на соседних островах, расположенных на удалении около 20 км (рис. 4). Отметим, что подобные исследования в районе п-ова Таймыр ранее не проводились, а их результаты представляют фундаментальный научный интерес для решения практически значимых задач по оценке сейсмической опасности, а также при разработке разномас-

штабных геодинамических моделей Арктической зоны Российской Федерации.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы считают своим приятным долгом выразить благодарность директору экспедиционного департамента Русского географического общества С.А. Чечулину, научному руководителю экспедиции от Северного флота полковнику С.Б. Чуркину, а также капитану ледокола “Илья Муромец” В.А. Осипову и всей дружной команде.

ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Научная программа выполнена в рамках работ по Государственному заданию ИФЗ РАН и при поддержке РФФИ (проект 18-05-70034).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Аветисов Г.П.* Сейсмоактивные зоны Арктики. СПб.: ВНИИокеанологии, 1996. 185 с.
2. *Имаева Л.П., Имаев В.С., Козьмин Б.М., Мельникова В.И., Середкина А.И., Маккей К.Д., Ашурков С.В., Смекалин О.П., Овсяченко А.Н., Чипизубов А.В., Сясько А.А.* Сейсмоструктура северо-восточного сектора Российской Арктики. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2017. 136 с.
3. *Качурина Н.В., Макарьев А.А., Макарьева Е.М., Гавриш А.В., Орлов В.В., Дымов В.А.* Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1000000 (третье поколение). Лист Т-45-48 (м. Челюскин). СПб.: Картфабрика ВСЕГЕИ, 2012.
4. *Никонов А.А.* Терминология и классификация сейсмогенных нарушений рельефа // Геоморфология. 1995. № 1. С. 4–10.
5. *Рогожин Е.А.* Очерки региональной сейсмоструктуры. М.: ИФЗ РАН, 2012. 340 с.
6. *Солоненко В.П.* Палеосейсмогеология // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1973. № 9. С. 3–16.
7. *Paleoseismology.* McCalpin, J.P. (Ed.). San Diego: Academ. Press, 2009, 2nd edn. 802 p.

NEW EVIDENCE ON STRONG PALEOEARTHQUAKES IN THE ARCTIC ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION OBTAINED THROUGH GEOLOGICAL AND GEOPHYSICAL STUDIES ON THE BELUKHA ISLAND

**A. N. Ovsyuchenko^{a, #}, Corresponding Member of the RAS A. L. Sobisevich^{a, ##},
M. V. Lyamenkov^{b, ###}, and R. A. Zhostkov^{a, ####}**

^a *Schmidt Institute of physics of the Earth of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation*

^b *Research Center “Laboratory of Alternative History”, Korolev, Russian Federation*

[#] *E-mail: ovs@ifz.ru*

^{##} *E-mail: alex@ifz.ru*

^{###} *E-mail: lyamenkov@gmail.com*

^{####} *E-mail: shageraxcom@yandex.ru*

In frames of the joint expedition of the Northern Fleet and the Russian Geographical Society, the original geological and geophysical studies of the surface ruptures of strong paleoearthquakes in Taimyr were carried out. Previously unknown seismic source structures were revealed. On the Belukha Island near the northwestern coast of the Taimyr Peninsula, a fragment of the seismotectonic rupture of the right-lateral morphology has been investigated. The rupture has been traced simultaneously by means of satellite imagery also on neighboring islands. The obtained estimations of the rupture parameters provide fundamental information on a discovered source of repeated strong paleoearthquakes with approximate intensity of IX–X and magnitudes up to 7.0–7.5.

Keywords: seismic hazard, paleoseismology, seismic source, active tectonics, Russian Arctic, Taimyr Peninsula