

ГЕОФИЗИКА, ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

УДК 550.34

О распределении гипоцентров землетрясений в очаговых зонах центральной части Северного Кавказа в 2018 году по данным СОФ ФИЦ ЕГС РАН

С.С. Багаева, А.А. Саяпина, И.Ю. Дмитриева, С.В. Горожанцев,
К.В. Гричуха

Северо-Осетинский филиал Федерального исследовательского центра «Единая геофизическая служба Российской академии наук», 362002, Владикавказ, ул. Маркова, 93а
E-mail: sofgrsas@gmail.com

(Статья поступила в редакцию 9 июля 2019 г.)

Дан краткий анализ выделения и уточнения по данным сейсмичности очаговых зон центральной части Северного Кавказа с определением основных скоплений очагов землетрясений (узлов) в их пределах. Приведены результаты наблюдений и распределение гипоцентров землетрясений в очаговых зонах, а также рассмотрена взаимосвязь очагов землетрясений с тектоническими особенностями контролируемой территории.

Ключевые слова: *Северный Кавказ, очаговые зоны, землетрясения, сейсмичность.*

DOI: 10.17072/psu.geol.18.3.231

Введение

На основе сейсмологической сети (Саяпина и др., 2019) Северо-Осетинского филиала Федерального исследовательского центра «Единой геофизической службы Российской академии наук» (СОФ ФИЦ ЕГС РАН), расположенной на территории Республики Северная Осетия-Алания (РСО-А), с привлечением результатов наблюдений части сейсмических станций Центрального отделения ФИЦ ЕГС РАН, проводится круглосуточный непрерывный сейсмологический мониторинг РСО-А и прилегающих территорий (центральная часть Северного Кавказа), необходимый для фундаментальных, поисковых и прикладных научных исследований, направленных на получение новых знаний в области сейсмологии и геофизики, а также улучшение защиты от угроз сейсмического характера инфраструктурных объектов, объектов жизнеобеспечения и повышение уровня безопасности жизни населения.

Землетрясения, как наиболее опасные природные явления в РСО-А и на прилегающих территориях, достигают большой ча-

стоты и высокой интенсивности. Сейсмичность центральной части Северного Кавказа тесно связана с тектоническими особенностями, которые во многом обусловлены наличием очаговых зон землетрясений на территории.

На рис.1 приведена схематическая географическая карта территориального расположения контролируемой территории с нанесенными на нее сейсмической сетью наблюдений СОФ ФИЦ ЕГС РАН и основными тектоническими элементами.

На очаговые зоны (сейсмогенерирующие – эпицентральные зоны), как зоны возникновения очагов землетрясений (ВОЗ) для Кавказского региона, обратил внимание Е.А. Рогожин в 2002 г., для территории Северной Осетии – в 2007 г. (Рогожин и др., 2008). По данным сейсмичности за 1907–2009 гг. сотрудниками филиала в 2011 г. проведено определение очаговых зон центральной части Северного Кавказа с выделением основных скоплений очагов землетрясений – узлов – в пределах этих зон: Грозненская (включает Курчалойский, Грозненский и Ассиновский узлы); Они-Цхинвальская (включает

Онийский, Джавский и Цхинвальский узлы); Пятигорская и Ахметинская очаговые зоны. В 2013 г. положение очаговых зон уточнялось с учетом сейсмической активности, новых схем тектонического и сейсмоструктурного районирования (Погода и др., 2015). В результате в пределах территории РСО-

Алании дополнительно выделены Моздокско-Терская (включает Моздокский, Терский, Нальчинский узлы), Северо-Осетинская (включает Задалесский, Владикавказский, Сунженский, Мизурский, Кармадонский узлы), Казбегская очаговые зоны.

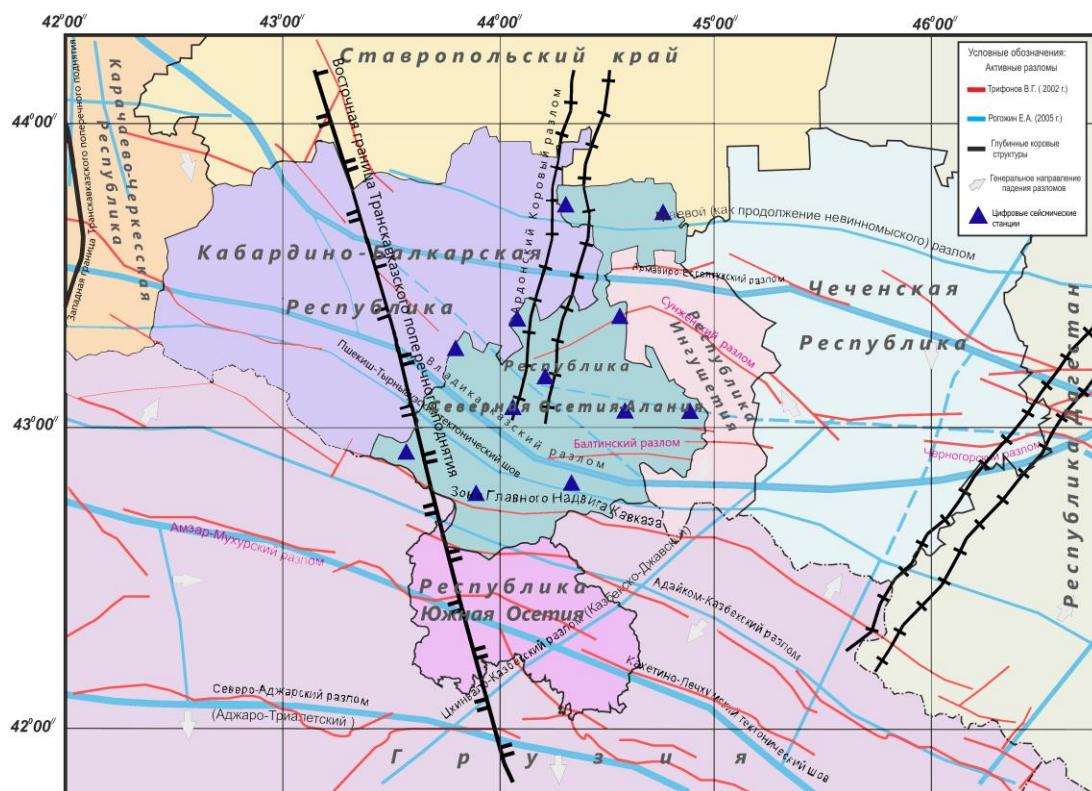


Рис. 1. Схематическая географическая карта территориального расположения контролируемой территории с нанесенными на нее сейсмической сетью наблюдений СОФ ФИЦ ЕГС РАН и основными тектоническими элементами

Распределение землетрясений в очаговых зонах

Ежегодно на территории центральной части Северного Кавказа регистрируется около 800–2000 землетрясений природного характера. За 2018 г. Северо-Осетинским филиалом ФИЦ ЕГС РАН зарегистрировано 850 таких сейсмических событий. Распределение эпицентров событий по территории показано на рис. 2. В таблице приводятся количество и интервал энергетических классов землетрясений, зарегистрированных в пределах выделенных очаговых зон.

Северо-Осетинская очаговая зона в структурном отношении представляет собой сложное геологическое сооружение на границе Предкавказской моноклинали. Её сейсмическая активность в 2018 г. связана с

Сунженским разломом, где 12 апреля в 07^h24^m по Гринвичу на территории Кировского района произошло ощутимое землетрясение ($K_p = 8.9$), его очаг с координатами эпицентра $\varphi = 43.33^\circ N$, $\lambda = 44.43^\circ E$ определен на глубине 6 км. С интенсивностью 3–4 балла землетрясение проявилось в селах Заманкул, Раздзог и Цалык. В селениях Дарг-Кох и Брут – 2 балла (Багаева и др., 2018). 8 декабря в 19^h00^m по Гринвичу в Алагирском районе произошло еще одно ощутимое землетрясение ($K_p = 9.4$) с координатами эпицентра $\varphi = 43.08^\circ N$, $\lambda = 44.23^\circ E$ на глубине 8 км. Очаг произошедшего землетрясения приурочен к Ардонскому разлому. В населённых пунктах Црау, Алагир, Дигора, Ардон землетрясение проявилось с интенсивностью 3 балла. В селениях Цаликово и Ногкау – 2 балла.

Моздокско-Терская очаговая зона относится к молодой платформе Северо-Восточного Предкавказья и попадает на пересечение Ардонского корового и краевого

разломов. На восточном фланге этой зоны на территории Чеченской Республики фиксируется область мантийных очагов, возможно,

Распределение землетрясений в очаговых зонах Центральной части Северного Кавказа и их энергетический класс

Очаговые зоны	Количество землетрясений, шт.	Энергетический класс, K_p
Северо-Осетинская	86	4,5 – 9,4
Моздокско-Терская	2	6,7 – 7,5
Казбегская	12	4,6 – 8,9
Грозненская	239	5,1 – 11,5
Они-Цхинвальская	96	4,1 – 12,8
Пятигорская (Кисловодск-Нальчикская)	32	5,4 – 9,6
Ахметинская	20	6,3 – 10,7

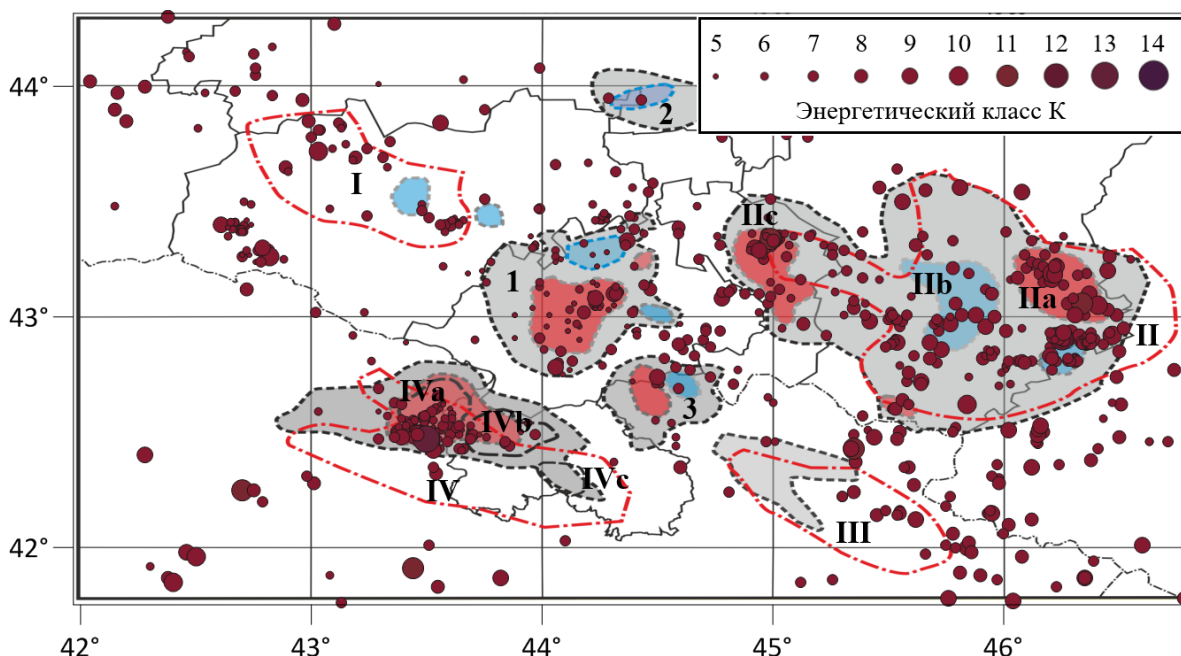


Рис. 2. Распределение землетрясений в очаговых зонах Центральной части Северного Кавказа в 2018 г. Очаговые зоны, выделенные в 2009 г.: I – Кисловодск-Нальчикская, II – Грозненская (IIa – Курчалойский, IIb – Грозненский, IIc – Ассиновский узлы), III – Ахметинская, IV – Они-Цхинвальская (IVa – Онийский, IVb – Джавский, IVc – Цхинвальский узлы). Очаговые зоны, выделенные в 2013 г.: 1 – Северо-Осетинская, 2 – Моздокско-Терская, 3 – Казбегская

оказывающая влияние на «коровую» сейсмичность Моздокско-Терской зоны, в которой наблюдается относительное сейсмическое затишье.

Казбегская очаговая зона расположена в районе потухшего вулкана Казбек. Структурно относится к зоне Главного надвига Кавказа, с юга контролируется Гебско-Лагодинским флиш разломом, с севера Пшекиш-Тырнаузским тектоническим швом.

Казбегская очаговая зона представляет собой палеовулканический пояс, включающий потухшие вулканы Казбек и Эльбрус. Начиная с 2011 г. на Казбеке регистрируются ледовые трясения (возможно, трещины и сколы ледниковых масс). Отмечается, что в весенне-летние периоды (апрель – август) событий меньше, чем в зимние – летом ледовый материал более пластичен (Габсатарова, 2013).

Они-Цхинвальская очаговая зона распо-

ложена на западном стыке границ республик Северной Осетии-Алании, Южной Осетии и Грузии и протягивается вдоль Амзар-Мухурского взброса по линии населённых пунктов – Они (Грузия), Джава и Цхинвал (Южная Осетия). Сейсмическая активность резко возросла в 1991 г., когда 29 апреля 1991 г. в Грузии произошло Рача-Джавское землетрясение с магнитудой $M = 6.9$, район оставался высокосейсмичным и в последующие годы, включая и 2018 г. Согласно схеме сеймотектонического районирования Они-Цхинвальская очаговая зона попадает в центральную область вздымания Закавказья, расположенную на границе с Гагрско-Джавской и Местийско-Лайлинской зонами южного склона мегантиклинория Большого Кавказа. К особенностям очагов относится их неглубокое, приповерхностное залегание. Более детальным анализом в сейсмоактивной зоне выделены следующие сейсмические узлы: Цхинвальский, Джавский и Онийский. Выделяется блочность в тектоническом строении зоны. Следует отметить такой факт, что при активности одного узла в двух других значительной сейсмичности не наблюдается. Таким образом, при снижении сейсмичности в Онийском узле можно ожидать активизации в районе Рача-Джавского землетрясения (Джавском или Цхинвальском узлах) и т.д.

Онийский сейсмический узел расположен в пределах складчатой системы Большого Кавказа на границе Гагрско-Джавской и Местийско-Тианетской тектонических зон. Онийский узел активен начиная с 1991 по 2018 г. с затуханием с 2000 по 2004 г. значительной активизацией в период с 2006 по 2011 г., и стабилизацией сейсмической активности начиная с 2012 г. по настоящее время. 6 ноября 2018 г. в 01^h17^m по Гринвичу произошло ощутимое землетрясение ($K_p = 12.8$) с координатами эпицентра $\varphi = 42.47^\circ N$, $\lambda = 42.47^\circ E$ на глубине 5 км. По данным МЧС Республики Южная Осетия, землетрясение ощущалось в Дзауском районе, в частности в городе Квайса и селе Синагур – 3 балла. «Трясет, трясет, трясет», – сообщает житель Грузии, проживающий в 55 км от эпицентра. Землетрясение разбудило и некоторых жителей столицы государства, о чем они написали в сообщении на сайте CSEM

EMSC. Джавский и Цхинвальский очаговые узлы территориально относятся к одной зоне, но имеют различные сеймотектонические характеристики. Джавский узел расположен на одной плоскости с Онийским узлом по широте, но несколько отличается в местоположении на проекции по долготе. Зона Рача-Джавского землетрясения имеет различную структуру сейсмичности в сравнении с Онийским узлом.

Сейсмичность Джавского узла связана с взаимно пересекающимися структурами того же порядка, что и в Онийском узле. Общим для сейсмической активности всех трёх узлов в пределах одной зоны является Амзар-Мухурский взброс, но непосредственно активными при этом остаются структуры, секущие взброс в субмеридиональном направлении и имеющие незначительный размер заложения по простиранию и глубины не более 20 – 30 км. В настоящее время наблюдается относительное сейсмическое затишье в Цхинвальском узле.

Грозненская очаговая зона и представляющие ее Грозненский и Ассиновский узлы попадают в зону Терско-Каспийского передового краевого прогиба. Для северной части Грозненской зоны характерна глубина заложения гипоцентров землетрясений 70 – 170 км, что свидетельствует об интенсивных в данном районе подвижках, происходящих за пределами земной коры. Ассиновский узел имеет глубину заложения гипоцентров землетрясений 35 – 70 км, территориально совпадает с Сунженской ВОЗ. Северная ветвь этой зоны оконтуривает с северо-запада территорию Республики Северная Осетия – Алания, проходя практически по ее границе. Ассиновский узел приурочен к Сунженскому разлому и его более мелким структурам, активность которого за последние годы возрастает. В 2018 г. 17 октября в 15^h55^m по Гринвичу произошло ощутимое землетрясение с $K_p = 11.5$ на глубине 12 км, с координатами эпицентра $\varphi = 43.27^\circ N$, $\lambda = 44.92^\circ E$, который находился на окраине села Яндаре южнее города Карабулак, интенсивностью в очаге 5 баллов. Курчалойский узел относится к структурам Дагестанского клина. В Курчалойском узле зафиксировано сильнейшее сейсмическое событие в 2008 г. – Курчалойское землетрясение с $M = 5.6$, от которого

пострадало население и разрушились строения.

Ахметинская очаговая зона связана с поперечными Главному надвику Кавказа погребёнными сбросами северо-восточного практически субмеридионального заложения. Сбросы проходят по границе Чеченской Республики и Дагестана и контролируют Грозненскую очаговую зону с востока. Ахметинская зона расположена между активными Кахетино-Лечхумским тектоническим швом и Адайком-Казбегским разломом. С запада её контролирует Цхинвало-Казбегский разлом. За рассматриваемый период активна только северо-западная часть зоны, глубина гипоцентров источников землетрясений здесь не превышает 35 км.

Кисловодск-Нальчикская (Пятигорская) очаговая зона в структурно-тектоническом отношении расположена между Владикавказским и Армавир-Ессентукским разломом, представляет собой центральную часть северной моноклинали Центрального Кавказа. Её активность, скорее всего, связана с Армавир-Ессентукским разломом и палеовулканическими структурами Пятигорья. В 2018 г. сейсмическая активность зоны находилась на уровне характерного для неё фона.

Заключение

За последние 5 лет сейсмическая активность практически стабильна. Наибольшая активность в 2018 г. наблюдалась в южной части Грозненской и Они-Цхинвальской (Онийском и Джавском узлах) очаговых зонах. Проводимые исследования позволяют более эффективно изучать изменения сейсмического режима, отслеживать взаимосвязь очагов землетрясений с тектоническими особенностями контролируемой территории.

Библиографический список

Багаева С.С., Саяпина А.А., Горожанцев С.В., Погода Э.В. Макросейсмические проявления Заманкульского землетрясения 12 апреля 2018 г. // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных: матер. XIII Международной сейсмологической школы / отв. ред. А.А. Маловичко; ФИЦ ЕГС РАН. Обнинск, 2018. С. 39–42.

Габсатарова И.П. Сейсмические события вблизи дремлющих кавказских вулканов Эльбруса и Казбека // Проблемы комплексного геофизического мониторинга Дальнего Востока России: тр. Четвертой научно-технической конференции / Российская академия наук, Геофизическая служба, Камчатский филиал; отв. ред. В.Н. Чебров. Петропавловск-Камчатский, 2013. С. 142–146.

Погода Э.В., Гричуха К.В., Кабирова О.Г. Очаговые зоны землетрясений Центральной части Северного Кавказа // матер. Десятой Международной сейсмологической школы / Геофизическая служба РАН, Республиканский центр сейсмологической службы при Национальной академии наук Азербайджана. Обнинск, 2015. С. 265–268.

Рогожин Е.А. Современная геодинамика и потенциальные очаги землетрясений Кавказского региона // Современные математические и геологические модели природной среды: сб. науч. тр. / ОИФЗ РАН. М., 2002. С. 244–254.

Рогожин Е.А., Габсатарова И.П., Погода Э.В. Зоны ВОЗ и сейсмичность территории Республики Северная Осетия–Алания // Сейсмичность Северной Евразии: матер. Международной конференции // отв. ред. А.А. Маловичко; ФИЦ ЕГС РАН. Обнинск, 2008. С. 243–249.

Саяпина А.А., Багаева С.С., Горожанцев С.В. Краткая история создания и этапы развития сейсмологической службы в Республике Северная Осетия–Алания (к 80-летию Э.В. Погоды и 20-летию образования СОФ ФИЦ ЕГС РАН) // Вестник Владикавказского научного центра. Владикавказ, 2019. Т.19, № 2. С. 56–64.

Distribution of the Earthquake's Hypocenters in the Seismological Zones of the Central Part of the Northern Caucasus in 2018: Data of North Osetia (Alania) Regional Seismological Centre

S.S. Bagaeva, A.A. Sayapina, I.Yu. Dmitrieva, K.V. Grichukha,
S.V. Gorozhantsev

North Osetia (Alania) Regional Seismological Center of Federal Research Center, Geophysical Survey of the Russian Academy of Sciences (N-OB GS RAS), 93a Markova Str., Vladikavkaz 362002, Russia. E-mail: sofgsras@gmail.com

Based on results of observation and distribution of the earthquakes hypocenters, brief analysis of allocation and clarification of the focus zones at the central part of the Northern Caucasus territory was conducted. General regions of accumulation of the earthquakes focuses in these zones were determined. Correlation of the focus zones with the tectonic structures of the studied area is discussed.

Key words: *Northern Caucasus; focus zones; earthquakes; seismicity.*

References

Sayapina A.A., Bagaeva S.S., Gorozhantsev S.V., Pogoda E.V. 2019. Makroseismicheskie proyavleniya Zamankul'skogo zemletryaseniya 12 aprelya 2018 g. [Macroseismic manifestations of the Zamankul earthquake April 12, 2018]. *In: Sovremennye metody obrabotki i interpretatsii seismologicheskikh dannykh.* Malovichko A.A. (Ed.), FRC GS RAS, Obninsk, pp. 39–42. (in Russian)

Gabsatarova I.P. 2013. Seismicheskie sobytiya vblizi dremlyushchikh kavkazskikh vulkanov Elbrusa i Kazbeka [Seismic events near slipping Caucasus volcanoes Mount Elbrus and Mount Kazbek]. *In: Problemy kompleksnogo geofizicheskogo monitoring Dalnego Vostoka Rossii.* Chebrov V.N. (Ed.), Kamchatka Branch GS RAS, pp. 142–146. (in Russian)

Pogoda E.V., Grichukha K.V., Kabirova O.G. 2015. Ochagovye zony zemletryaseniya tsentralnoy chasti Severnogo Kavkaza [Focus earthquake's zones of central part of the Northern Caucasus]. *In: Proc. of the 10th International Seismological School.*

GS RAS, Azerbaijan NAS, pp. 265–268. (in Russian)

Rogozhin E.A. 2002. Sovremennaya geodinamika i potentsialnye ochagi zemletryaseniya Kavkazskogo regiona [Modern geodynamics and potential earthquake's focuses of the Caucasus region]. *In: Sovremennye matematicheskie i geologicheskie modeli prirodnoy sredy.* OIFZ RAS, Moskva, pp. 244–254. (in Russian)

Rogozhin E.A., Gabsatarova I.P., Pogoda E.V. 2008. Zony VOZ i seismichnost territorii respubliki Severnaya Osetiya-Alaniya [Zones of earthquake's focuses and seismicity of the North Osetia-Alania Republic territory]. *In: Seismichnost Severnoy Evrazii.* Malovichko A.A. (Ed.), FRC GS RAS, pp. 243–249. (in Russian)

Sayapina A.A., Bagaeva S.S., Gorozhantsev S.V. 2019. Kratkaya istoriya sozdaniya i etapy razvitiya seismologicheskoy sluzhby v Respublike Severnaya Osetiya-Alaniya [Brief history of creation and development stages of the Seismological Survey in the North Osetia-Alania Republic]. *Vestnik Vladikavkazskogo nauchnogo tsentra.* 19(2):56–64. (in Russian)