

ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 24 МАЯ 2020 ГОДА В ДЖЕЙРАХСКОМ РАЙОНЕ РЕСПУБЛИКИ ИНГУШЕТИЯ

И.Ю. Дмитриева¹, А.А. Саяпина², С.С. Багаева³, С.В. Горожанцев⁴

Аннотация. В настоящей статье приводится краткий анализ землетрясения с $KP = 10.6$, произошедшего 24 мая 2020 года на территории Джейрахского района Республики Ингушетия в $12^{\text{h}}33^{\text{m}}$ по Гринвичу с интенсивностью сотрясений в эпицентре 4 балла. Представлены инструментальные данные об очаге и макросейсмические проявления события. Описаны волновая картина сейсмического сигнала и историческая сейсмичность, рассчитан механизм очага, рассмотрена тектоническая позиция эпицентральной зоны.
Ключевые слова: землетрясение, волновая картина, механизм очага, макросейсмическое исследование.

24 мая в $12^{\text{h}}33^{\text{m}}$ по Гринвичу на территории Джейрахского района Республики Ингушетия произошло ощутимое землетрясение с энергетическим классом $KP = 10.6$. Эпицентр землетрясения находился в 7 км от села Джейрах и в 2 км от российско-грузинской границы. Землетрясение ощутили жители российских республик – Северной Осетии-Алании и Ингушетии, а также Казбегского муниципалитета Грузии.

Параметры землетрясения, рассчитанные в программно-вычислительных комплексах WSG [1] и NYO71 [2], были определены по данным сетей сейсмических станций NOGSR, OBGSR и DAGSR [3] и одной станции Грузии.

Решения различных сейсмологических центров по определению параметров гипоцентра землетрясения, приведенные в таблице 1, показали, что наблюдаются расхождения в инструментальных определениях координат эпицентра до 11 км и глубины залегания очага до 6 км.

На рисунке 1 приведены фрагменты волновых форм землетрясения на вертикальной компоненте, записанные станциями сети Северо-Осетинского филиала ФИЦ ЕГС РАН (NOGSR). Обращает на себя внимание неоднородная волновая картина на разных сейсмических станциях. Например, на станциях «Ардон» (ARNR), «Владикавказ» (VLKR), «Комгарон» (KMGR), «Лескен» (LSNR), «Майрамадаг» (MRMR) имеются четкие вступления в Р-волне с амплитудным максимумом в пределах первого импульса, а на станциях «Ставд-Дурт» (STDR), «Кора-Урсдон» (KORR), «Терская» (TRKR) и «Притеречная» (PRTR) – менее четкие вступления с максимумом в Р-волне через несколько секунд. На разнородность картины может влиять неоднородность строения верхней части земной коры в

местах расположения сейсмостанций.

Механизм очага рассматриваемого землетрясения рассчитан в программе FA [4] по знакам первого движения в Р-волне на 21 станции, из них на 13 зарегистрированы волны растяжения, на 8 – волны сжатия. Сейсмические станции были расположены в интервале эпицентральных расстояний $\Delta = 0.2\text{--}26^\circ$ и достаточно хорошо окружали эпицентр с азимутальной брешью $GAP = 82^\circ$. Стереодиаграмма механизма очага представлена на рисунке 2, параметры – приведены в таблице 2.

Согласно проведенным исследованиям и полученному решению, землетрясение возникло под действием растягивающих напряжений, ориентированных в северо-восточном направлении. Тип движения по обеим нодальным плоскостям – нормальный сброс с небольшой сдвиговой компонентой, левосторонней – по NP1 северо-западного простирания и правосторонней – по NP2 юго-восточного простирания. Угол падения обеих нодальных плоскостей одинаков и составляет 45° .

Для описания макросейсмического эффекта землетрясения использовался материал, собранный сотрудниками Северо-Осетинского филиала ФИЦ ЕГС РАН непосредственно по опросу населения в ближайших к эпицентральной зоне населенных пунктах на территории РСО-А, а также с помощью сети Интернет. Оценка интенсивности проводилась по реакции людей и предметов быта на основе шкалы ШСИ-17 [5]. Об осознанности на территории Ингушетии известно по данным МЧС республики. Выезд для опроса населения в этом направлении не осуществлялся в связи с закрытием административных границ в целях нераспространения новой коронавирусной инфекции Covid-19.

¹ Саяпина Анна Анатольевна – директор Северо-Осетинского филиала Федерального исследовательского центра «Единая геофизическая служба Российской академии наук» (СОФ ФИЦ ЕГС РАН) (perev-anna@yandex.ru).

² Дмитриева Изольда Юрьевна – ведущий инженер сектора обработки и анализа информации Северо-Осетинского филиала Федерального исследовательского центра «Единая геофизическая служба Российской академии наук» (СОФ ФИЦ ЕГС РАН) (iza_ka@mail.ru).

³ Багаева Софья Сергеевна – заместитель директора – начальник сектора обработки и анализа информации Северо-Осетинского филиала Федерального исследовательского центра «Единая геофизическая служба Российской академии наук» (СОФ ФИЦ ЕГС РАН) (sonybag@yandex.ru).

⁴ Горожанцев Сергей Владимирович – к. г.-м. н., научный редактор Северо-Осетинского филиала Федерального исследовательского центра «Единой геофизической службы Российской академии наук» (СОФ ФИЦ ЕГС РАН) (sgor@gstras.ru).

Таблица 1

Основные параметры землетрясения 24 мая 2020 г. по данным четырех агентств

Агентство	t_0 ч мин с	Гипоцентр		Энергетическая характеристика		Окружение эпицентра				
		φ°, N	λ°, E	h	$K_p=10.6$	$M_b=4.1$	$M_L=3.9$	Нст.	Δ_{min}°	Gap $^\circ$
NOGSR	12:33:36.5	42.76	44.70	11	$K_p=10.6$	20	0.196	22	0.196	82
OBGSR	12:33:37.90	42.77	44.71	10	$M_b=4.1$	20	0.28	20	0.28	—
CSMG	12:33:38.10	42.79	44.72	16	$M_L=3.9$		0.12		0.12	70
CSEM	12:33:38.9	42.86	44.67	10	$M_L=3.8$	62	0.18	62	0.18	26
IDC	12:33:34.81	42.81	44.61	0.0f	$M_b=3.6$ $M_L=3.9$ $M_s=3.0$	46	1.55	46	1.55	109

Таблица 2

Параметры механизма очага землетрясения 24 мая 2020 г.

Оси главных напряжений				Нодальные плоскости			
T	P	N		$NP1$	$NP2$		
PL	AZM	PL	AZM	STK	DP	$SLIP$	DP
0	40	81	130	319	45	-77	122
							45
							-102

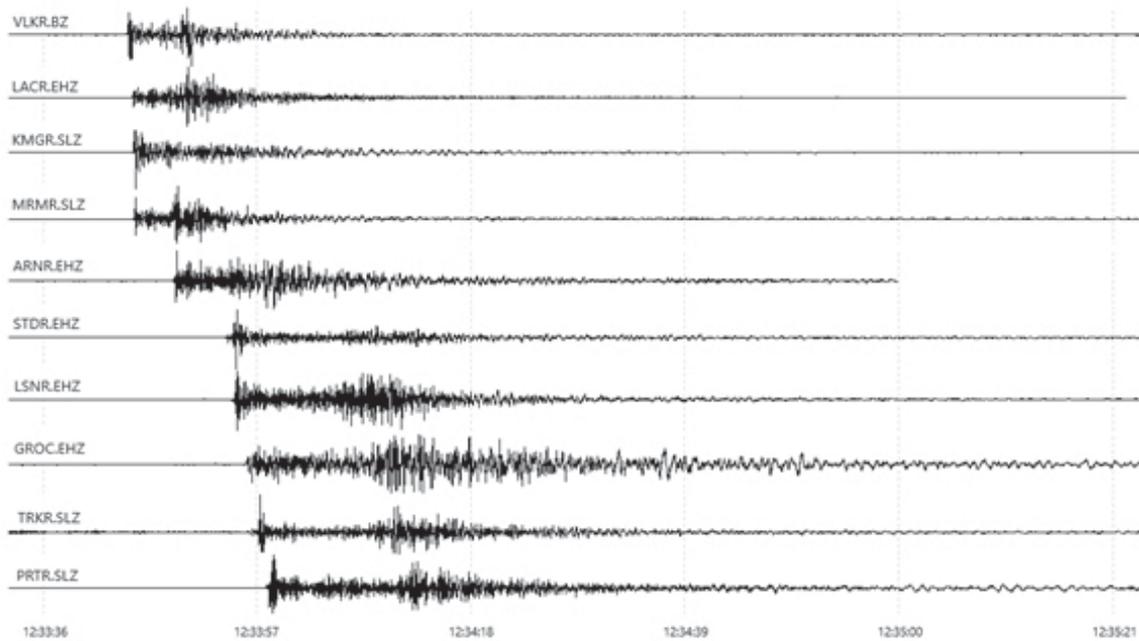


Рис. 1. Фрагмент записей на вертикальной компоненте станциями сети СОФ ФИЦ ЕГС РАН (коды станций – региональные)

Результаты оценки сейсмической интенсивности в обследованных населенных пунктах приводятся в *таблице 3*, на основании которой построена соответствующая карта пунктов-баллов (*рис. 3*).

С интенсивностью 4 балла землетрясение проявилось в населенных пунктах Верхний Ларс и Нижний Ларс и было замечено большинством из жителей этих сел. В домах заметно раскачивались висючие предметы, скрипели полы и дрожали окна. При землетрясении был слышен грохотообразный гул, похожий на взрыв.

Интенсивность колебаний 3–4 балла была зафиксирована в селении Чми. Здесь землетрясение ощутили многие люди, находящиеся в покое. В помещениях заметно раскачивались свободно подвешенные предметы. Колебания были схожи с сотрясениями от движения тяжелого грузовика. Был слышен подземный гул.

В населенных пунктах Степанцминда (Грузия), Балта и 2-й Редант ощутимость землетрясения составила 3 балла. Люди ощущали легкое дрожание местности. В домах были заметны колебания висючих предметов.

Интенсивность сотрясений в 2–3 балла зафиксирована в населенных пунктах Тарское и 1-й Редант. Люди ощутили легкую вибрацию, в домах едва заметно покачивались люстры.

Макросейсмические данные о землетрясении 24 мая 2020 г.

Таблица 3

№	Пункт	Δ, км	Координаты	
			φ°,N	λ°,E
	<i>4 балла</i>			
1	Верхний Ларс	6.26	42.77	44.63
2	Нижний Ларс	6.92	42.79	44.63
	<i>3–4 балла</i>			
3	Чми	11.4	42.85	44.63
	<i>3 балла</i>			
4	<u>Степанцминда</u>	12.9	42.65	44.64
5	Балта	18.5	42.91	44.62
6	<u>2-й Редант</u>	22.7	42.96	44.65
	<i>2–3 балла</i>			
7	<u>Тарское</u>	23	42.96	44.77
8	<u>1-й Редант</u>	23.5	42.97	44.66
	<i>2 балла</i>			
9	Владикавказ	29.3	43.02	44.68
10	<u>В. Фиадон</u>	37.7	42.83	44.30
11	<u>Сунжа</u>	34.9	43.06	44.81
12	Михайловское	37.6	43.10	44.63
	<i>не ощущалось</i>			
13	<u>Хидикус</u>	36	42.82	44.27
14	<u>Харисджин</u>	37.7	42.81	44.25

2 балла отмечены в населенных пунктах Владикавказ, Верхний Фиагдон, Сунжа и Михайловское по единичным слабым ощущениям людей.

Сейсмотектоническая позиция очага землетрясения приходится на пересечение зоны Главного Кавказского надвига с частично погребенным сбросом антикавказской ориентировки [1] и приурочена к северо-восточной оконечности Казбегской очаговой зоны [2], возможно, имеющей связь с потухшим вулканом Казбек. На поверхности рассматриваемая область представлена юрскими черносланцевыми породами с выходами неогеновых интрузий.

В заключение отметим, что исторически в очаговой зоне рассматриваемого землетрясения по данным каталогов [6, 7] известны 27 землетрясений с $M = 3.8-5.4$. Наиболее заметными были землетрясения: Дарьяльское 14.01.1915 г. с $M = 5.4$ и $I_0 = 7$ баллов, с последующим афтершоком 21.01.1915 г. с $M = 5.2$ и $I_0 = 6$ баллов, 06.04.1932 г. с $M = 4.7$ и $I_0 = 6$ баллов, 02.09.1903 г. $M = 4$ и $I_0 = 6$ баллов вдоль Кармадонской зоны возникновения очагов землетрясений (ВОЗ) с максимально возможным энергетическим потенциалом $M_{\text{макс}} = 6.5$ [8].

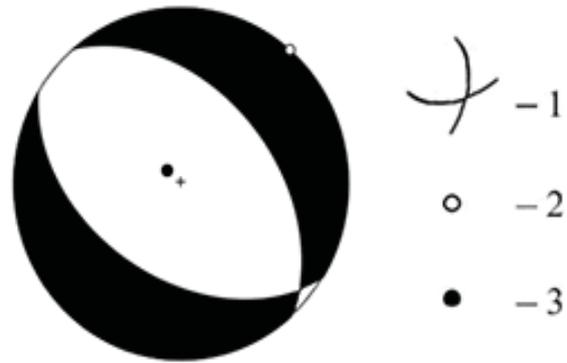


Рис. 2. Стереограмма механизма очага землетрясения 24 мая 2020 г.

1 – нодальные линии; 2, 3 – оси главных напряжений растяжения и сжатия соответственно; зачернена область волн сжатия



Рис. 3. Карта пунктов-баллов землетрясения 24 мая 2020 г. с КР = 10.6

1 – интенсивность сотрясений в баллах по шкале ШСИ-17; 2 – эпицентр, определенный по инструментальным данным

ЛИТЕРАТУРА

1. Красилов С.А., Коломиец М.В., Акимов А.П. Организация процесса обработки цифровых сейсмических данных с использованием программного комплекса WSG // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы Международной сейсмологической школы, посвященной 100-летию открытия сейсмических станций «Пулково» и «Екатеринбург». Петергоф, 2–6 октября 2006 г. – Обнинск: ГС РАН, 2006. С. 77–83.
2. Lee W.H.K. and Valdes C.M. HYP071 PC: A personal computer version of the HYP071 earthquake location program // U.S. Geological Survey Open File Report 85–749, 1985. 43 p.
3. Габсатарова И.П., Мехрюшев Д.Ю., Королецы Л.Н., Адилев А.З., Магомедов Х.Д., Саяпина А.А., Багаева С.С., Янков А.Ю., Иванова Л.Е. Северный Кавказ // Землетрясения России в 2018 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. С. 17–24.
4. Ландер А.В. Описание и инструкция для пользователя комплекса программ FA (расчет и графическое представление механизмов очагов землетрясений по знакам первых вступлений P-волн). – М: Фонды автора, 2006. 27 с.
5. ГОСТ Р 57546-2017 Землетрясения. Шкала сейсмической интенсивности. Москва. Стандартинформ, 2017. 27 с.
6. Бабаян Т.О., Кулиев Ф.Т., Папалашвили В.Г., Шебалин Н.В., Вандышева Н.В. (отв. сост.). II б. Кавказ [50–1974 гг., M≥4.0, I0≥5] // Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. – М.: Наука, 1977. С. 69–170.
7. Годзиковская А.А. База данных «Каталог землетрясений Кавказа с M ≥ 4.0 (K≥11.0) с древнейших времен по 2000 г.» [электронный ресурс]. – URL: <http://zeus.wdcb.ru/wdcb/sep/caucasus/>.
8. Рогожин Е.А., Габсатарова И.П., Погода Э.В. Зоны ВОЗ и сейсмичность территории Республики Северная Осетия-Алания // Землетрясения Северной Евразии. Материалы Международной конференции, посвященной 10-летию выпуска сборника научных трудов «Землетрясения Северной Евразии», Обнинск, 28–31 июля 2008 г. – Обнинск: ГС РАН, 2008. С. 243–249.
9. Трифонов В.Г., Соболева О.В., Трифонов Р.В., Востриков Г.А. Современная геодинамика Альпийско-Гималайского коллизийного пояса. – М.: Геос, 2002. 224 с.
10. Погода Э.В., Гричуха К.В., Кабилова О.Г. Очаговые зоны землетрясений Центральной части Северного Кавказа. // Материалы Десятой Международной сейсмологической школы. Геофизическая служба РАН, Республиканский центр сейсмологической службы при Национальной академии наук Азербайджана. 2015. С. 265–268.

THE EARTHQUAKE IN DZHEYRAKH REGION OF THE REPUBLIC OF INGUSHETIA ON MAY 24, 2020.

A.A. Sayapina¹, I.D. Dmitrieva², S.S. Bagaeva³, S.V. Gorozhantsev⁴

¹ Director of the North Osetija Branch of the Geophysical Survey of the Russian Academy of Sciences (N-OB GS RAS) (prev-anna@yandex.ru).

² Principal engineer of information processing and analysis sector of the North Osetija Branch of the Geophysical Survey of the Russian Academy of Sciences (N-OB GS RAS) (iza_ka@mail.ru).

³ Deputy director-head of information processing and analysis sector of the North Osetija Branch of the Geophysical Survey of the Russian Academy of Sciences (N-OB GS RAS) (sonybag@yandex.ru).

⁴ Gorozhantsev Sergey Vladimirovich - candidate of geological and mineralogical sciences, scientific editor of the North Osetija Branch of the Geophysical Survey of the Russian Academy of Sciences (N-OB GS RAS) (sgor@gsras.ru).

Abstract. This article provides a brief analysis of an earthquake with $KP = 10.6$ that occurred on May 24, 2020 in Dzheyrakh region of the Republic of Ingushetia at 12h33m GMT with 4 points of earthquake intensity at the epicenter. Instrumental data on the earthquake hypocenter and macroseismic manifestations are presented. The wave pattern of the seismic signal and the historical seismicity are described, the mechanism of the hypocenter is calculated, and the tectonic position of the epicentral zone is considered.

Keywords: earthquake, waveform, focal mechanism, macroseismic research.

REFERENCES

1. Krasilov S.A., Kolomiets M.V., Akimov A.P. Organizatsiya protsessy obrabotki tsifrovyykh seysmicheskikh dannykh s ispol'zovaniem programmnoy kompleksa WSG // Sovremennyye metody obrabotki i interpretatsii seysmologicheskikh dannykh. Materialy Mezhdunarodnoy seysmologicheskoy shkoly, posvyashchennoy 100-letiyu otkrytiya seysmicheskikh stantsiy «Pulkovo» i «Ekaterinburg». Petergof, 2–6 oktyabrya 2006 g. – Obninsk: GS RAN, 2006. S. 77–83.
2. Lee W.H.K. and Valdes C.M. HYP071 PC: A personal computer version of the HYP071 earthquake location program // U.S. Geological Survey Open File Report 85–749, 1985. 43 p.
3. Gabsatarova I.P., Mekhryushev D.Yu., Koroletski L.N., Adilov A.Z., Magomedov Kh.D., Sayapina A.A., Bagaeva S.S., Yankov A.Yu., Ivanova L.E. Severnyy Kavkaz // Zemletryaseniya Rossii v 2018 godu. – Obninsk: FITs EGS RAN, 2020. S. 17–24.
4. Lander A.V. Opisanie i instruksiya dlya pol'zovatelya kompleksa programm FA (raschet i graficheskoe predstavlenie mekhanizmov ochagov zemletryaseniya po znakam pervyykh vstupleniy P-voln). – М: Fondy avtora, 2006. 27 с.
5. ГОСТ Р 57546-2017 Землетрясения. Шкала сейсмической интенсивности. Москва. Стандартинформ, 2017. 27 с.
6. Бабаян Т.О., Кулиев Ф.Т., Папалашвили В.Г., Шебалин Н.В., Вандышева Н.В. (отв. сост.). II б. Кавказ [50–1974 гг., M≥4.0, I0≥5] // Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. – М.: Наука, 1977. С. 69–170.
7. Годзиковская А.А. База данных «Каталог землетрясений Кавказа с M ≥ 4.0 (K≥11.0) с древнейших времен по 2000 г.» [электронный ресурс]. – URL: <http://zeus.wdcb.ru/wdcb/sep/caucasus/>.
8. Rogozhin E.A., Gabsatarova I.P., Pogoda E.V. Zony VOZ i seysmichnost' territorii Respubliki Severnaya Osetiya-Alaniya // Zemletryaseniya Severnoy Evrazii. Materialy Mezhdunarodnoy konferentsii, posvyashchennoy 10-letiyu vypuska sbornika nauchnykh trudov «Zemletryaseniya Severnoy Evrazii», Obninsk, 28–31 iyulya 2008 g. – Obninsk: GS RAN, 2008. S. 243–249.
9. Trifonov V.G., Soboleva O.V., Trifonov R.V., Vostrikov G.A. Sovremennaya geodinamika Al'piysko-Gimalayskogo kollizionnogo poyasa. – М.: Геос, 2002. 224 с.
10. Pogoda E.V., Grichukha K.V., Kabirova O.G. Ochagovyye zony zemletryaseniya Tsentral'noy chasti Severnogo Kavkaza. // Materialy Desyatoy Mezhdunarodnoy seysmologicheskoy shkoly. Geofizicheskaya sluzhba RAN, Respublikanskiy tsentr seysmologicheskoy sluzhby pri Natsional'noy akademii nauk Azerbaydzhana. 2015. S. 265–268.