

ISSN 2221-3198

ГЕОЛОГИЯ И ГЕОФИЗИКА ЮГА РОССИИ

№ 4 / 2017



УДК 551:550.34

DOI: 10.23671/VNC.2017.4.9530

ТЕКТОНИЧЕСКАЯ ПОЗИЦИЯ, СЕЙСМОЛОГИЧЕСКИЕ И ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ ОЧАГА ОНИЙСКОГО- II ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ 7 СЕНТЯБРЯ 2009 г. НА ЮЖНОМ СКЛОНЕ БОЛЬШОГО КАВКАЗА

© 2017 Е. А. Рогожин, д.г.-м.н., проф.

Геофизический институт – филиал ФГБУН ФНЦ «Владикавказский научный центр Российской академии наук», Россия, 362002, РСО-Алания, г. Владикавказ, ул. Маркова, 93а, e-mail: eurog1947@yandex.ru

В статье приведены сейсмологические и сеймотектонические материалы о главном толчке и афтершоках Онийского-II землетрясения 7 сентября 2009 г. с $M_S = 5,8$ на южном склоне Большого Кавказа. Положение облака эпицентров основного толчка и афтершоков совпадает с северной ветвью очаговой зоны Рачинского землетрясения 29.04.1991 г. с $M_S = 7,0$, $I_0 = 7-8$. Глубина гипоцентра основного толчка составляет 8-15 км. В качестве действующей в очаге принята пологая плоскость, погружающаяся в север – северо-восточном направлении. Тип подвижки по такой плоскости – надвиг с компонентами правостороннего сдвига. Сейсмодислокации носили вторичный, гравитационный характер. Результаты палеосейсмологические исследований, проведенных в восточной части эпицентральной области, Рачинского землетрясения, показали, что в этом сейсмической очаге и раньше происходили сильные сейсмические толчки. Согласно полученным данным возраст предыдущего сильного землетрясения в Рача-Джавской зоне (т. е. до 1991 г.) – около 2000 лет назад. Еще одно, более древнее событие произошло около 6000 лет назад. Период повторяемости сильных землетрясений, подобных катастрофе 1991 г., таким образом, составляет в среднем 2000-3000 лет.

Ключевые слова: Землетрясение, очаг, афтершок, сейсмодислокация, магнитуда, интенсивность.

Онийское-II землетрясение произошло 7 сентября 2009 г. в 22 h 41 m с $K_p = 14,2$, $M_S = 5,8$, $M_w = 6,2$ [Габсатарова, 2015]. Его эпицентр локализован на южном склоне Большого Кавказа, в провинции Рача, в средней части долины р. Риони на севере Грузии, примерно в 6 км от г. Они. Интенсивность в эпицентре составила $I_0 = 6-7$ баллов.

Положение основного толчка и афтершоков (рис. 1) совпадает с северной ветвью очаговой зоны Рачинского землетрясения 29.04.1991 г. с $M_S = 7,0$, $I_0 = 7-8$ [Габсатарова, 2015], одного из сильнейших землетрясений XX в. на Кавказе. Глубина гипоцентра основного толчка по данным основных сейсмологических центров (NC, TIF, MOS, GCMT, NEIC, CSEM, ISC) определена в интервале $h = 8-15$ км.

Все последующие годы этот район оставался высокосейсмичным. Здесь 06.02.2006 г. в районе той же северной части Рачинской зоны произошло 6-балльное Онийское-I землетрясение с $K_p = 12,3$, $M_S = 5,0$ [Габсатарова и др., 2012]. Анализ долговременной сейсмической активности на Северном Кавказе позволяет выделить этот район, наряду с отдельными зонами в его восточной части, как наиболее активный ($A3,3^3 1,5$) в центральной зоне [Рогожин и др., 2013] (рис. 2).

Землетрясение 7 сентября 2009 г. сопровождалось достаточно интенсивным афтершоковым процессом, мониторинг которого проводился А. И. Лутиковым сначала по данным ГС РАН (рис. 3), а затем и с помощью временной сети сейсмических

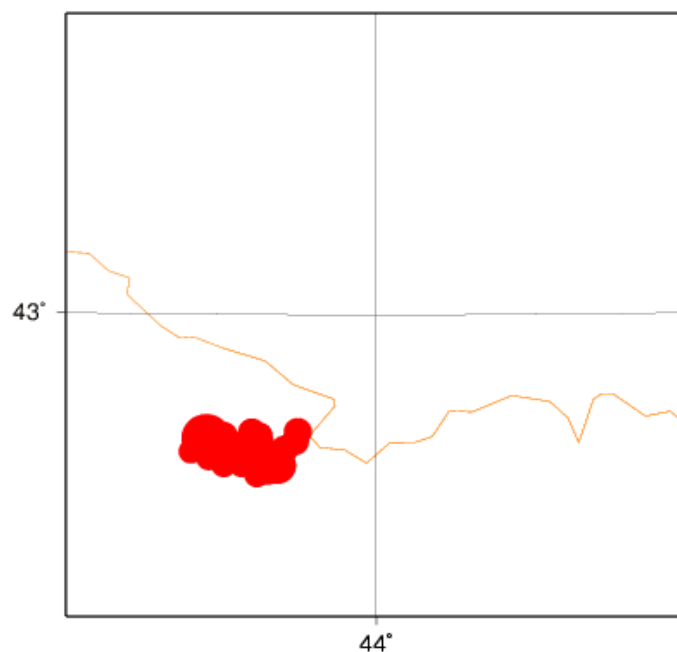


Рис. 1. Эпицентры главного и 32 повторных толчков, зарегистрированных в Службе срочных донесений Геофизической службы РАН в регионе $lon = 43,5$ $lat = 42,5$ в период с 7 по 15 сентября 2009 г. Желтой линией показана государственная граница РФ

станций, развернутой в восточной (югоосетинской) части эпицентральной области [Рогожин и др., 2009]. За первые 36 часов с момента главного события произошло 24 афтершока с $3,7 \leq m_b \leq 5,1$ ($3,2 \leq M_S \leq 4,5$). Величина суммарного скалярного сейсмического момента, высвободившегося за это время в афтершоках, составила $2,93 \cdot 10^{17}$ Н·м или порядка 22% от скалярного сейсмического момента главного события ($M_0 = 1,33 \cdot 10^{18}$ Н·м). Ход высвобождения скалярного сейсмического момента в афтершоках в этот период был близок к линейному с коэффициентом линейной корреляции $R_C \approx 0,98$ (см. рис. 3).

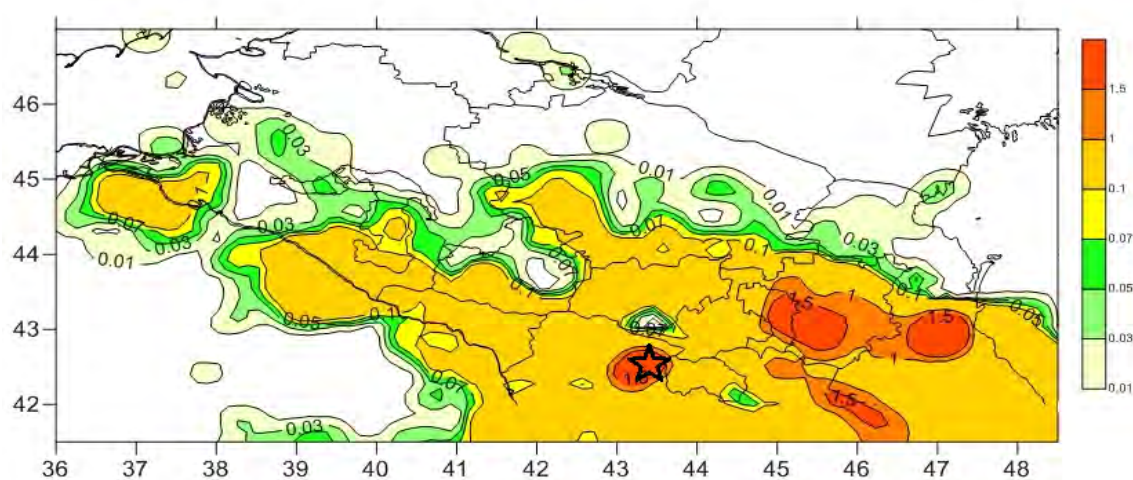


Рис. 2. Карта сейсмической активности А3,3 Северокавказского региона РФ и сопредельных территорий по [Рогожин и др., 2013] (звездой показано положение эпицентра Онийского-II землетрясения 07.09.2009 г.)

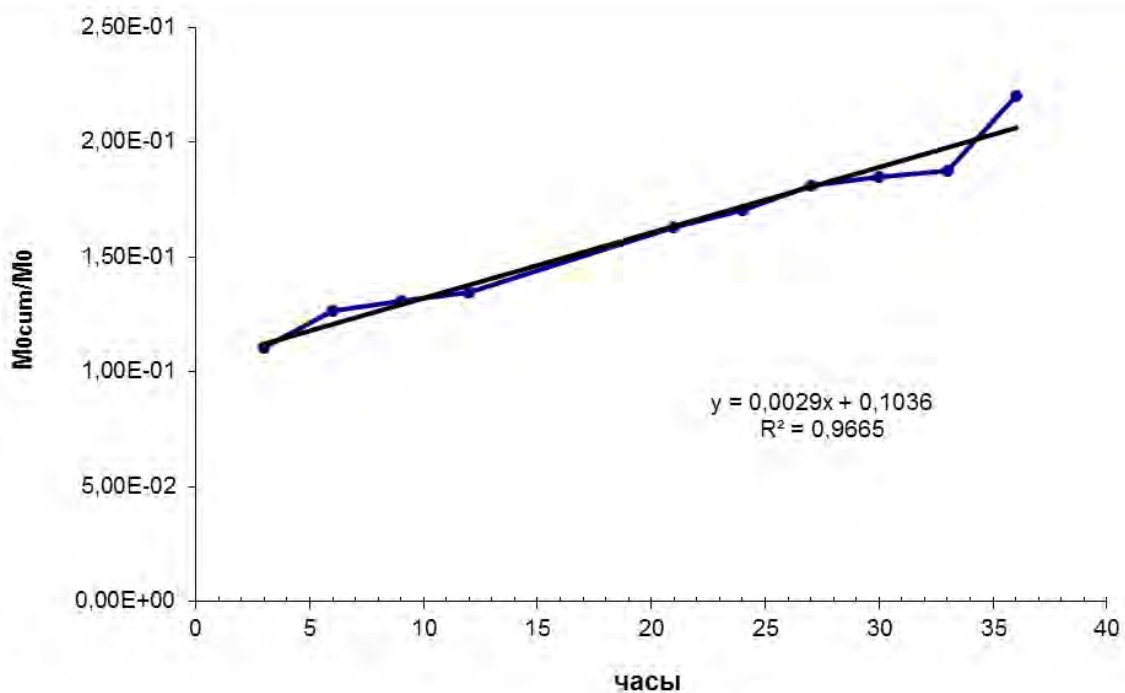


Рис. 3. Высвобождение скалярного сейсмического момента в афтершоках землетрясения 07.09.2009 г. в долях от скалярного сейсмического момента главного события за первые 36 часов развития афтершокового процесса

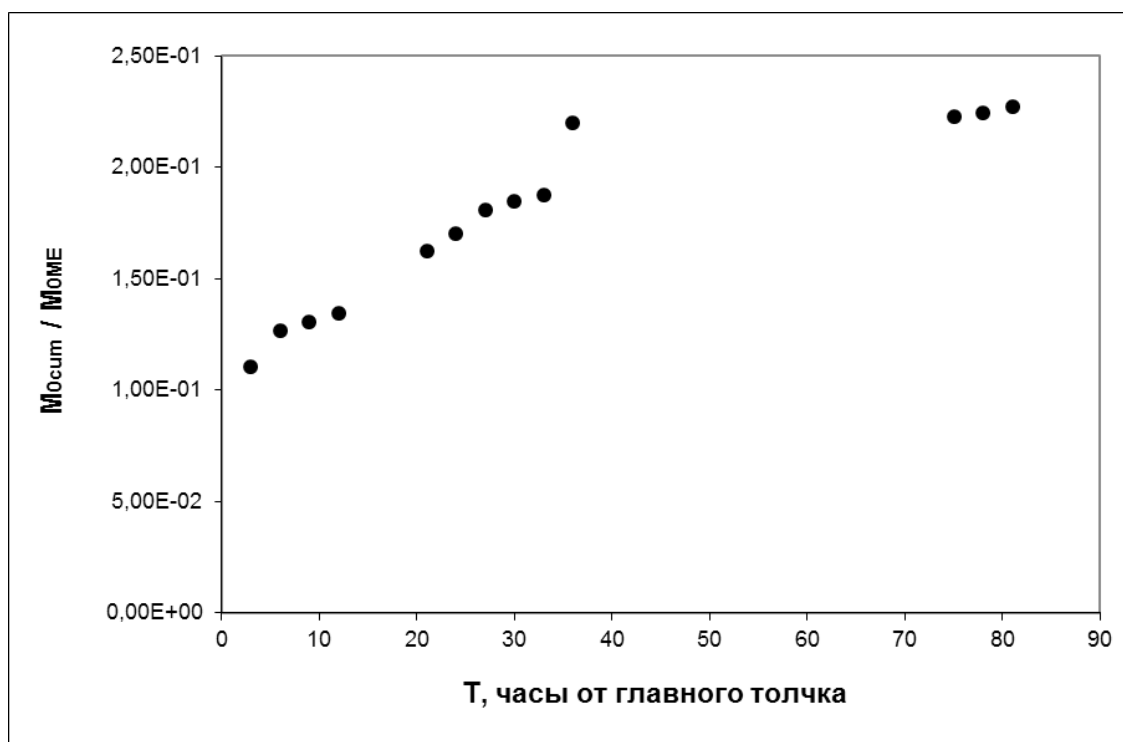


Рис. 4. Высвобождение скалярного сейсмического момента в афтершоках землетрясения 07.09.2009 г. в долях от скалярного сейсмического момента главного события в течение первых 3,5 суток афтершокового процесса

Дефицит в высвобождении скалярного сейсмического момента по линейному участку развития афтершоковой последовательности в течение первых 36 часов к 8 утра 11 сентября характеризовался величиной недовысвободившегося сейсмического момента приблизительно $1,48 \cdot 10^{17}$ Н·м (рис. 4), что было эквивалентно ожидавшемуся в ближайшие дни повторному толчку с моментной магнитудой $M_w \approx 5$. Следует отметить, что это заключение оказалось правильным. Уже 12 сентября 2009 г. произошел афтершок с $m_b = 4,6$ интенсивностью 4,5 балла.

Четкую модель очага Онийского-II землетрясения 7 сентября с $M_w = 6,2$ [Габсатарова, 2015] позволяют построить собранные сейсмологические и макросейсмические данные. Согласно этим материалам и решениям фокального механизма в качестве действующей в очаге принята пологая плоскость, погружающаяся в север – северо-восточном направлении. Тип подвижки по такой плоскости – надвиг с компонентами правостороннего сдвига (рис. 5) и левостороннего – по альтернативной плоскости.

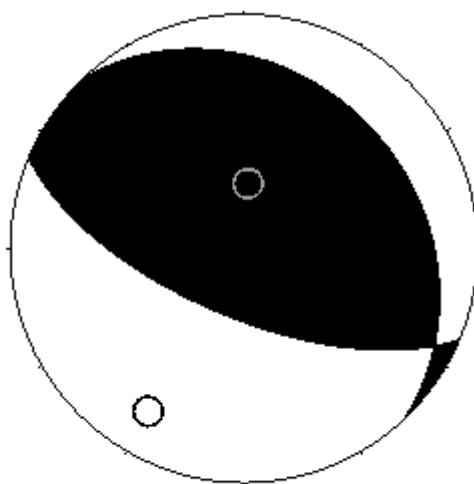


Рис. 5. Механизм очага землетрясения 7 сентября 2009 г. по СМТ – Каталогю тензора момента центроида.

Этим очаг землетрясения 2009 г. похож на очаги Рачинского толчка 1991 г. [Рогожин и др., 1993] и Онийского-I [Габсатарова и др., 2012]. Смещение в очаге можно рассматривать в качестве проявления главной тенденции горизонтальных движений Большого Кавказа – поддвигания фундамента Грузинской глыбы под антиклинорий Главного хребта и флишевый синклиний. Такая геодинамическая модель подтверждается результатами геодезических работ методами GPS [Милуков и др., 2015].

После Онийского-II землетрясения сотрудниками ИФЗ РАН были проведены исследования в Республике Южная Осетия в восточной части эпицентральной зоны [Овсяченко и др., 2011а, б]. Собственные сейсмодислокации этого нового сейсмического события носили вторичный, сейсмогравитационный характер (в основном обрушение глыб с крутых склонов) и были распространены на местности весьма редко (рис. 6).

В ходе проведенных полевых работ удалось выполнить палеосейсмологические наблюдения сейсмодислокаций, оставленных древними, доисторическими зем-



Рис. 6. Глыбы, обрушившиеся на пос. Часовал при Онийском-II землетрясении (фото А. Н. Овсяченко).

летрясениями. Все они носили также сейсмогравитационный характер: оползни, оползне-обвалы, каменные лавины, подпрудные озера. Были изучены многочисленные древние сейсмодислокации, пространственно связанные с эпицентральной зоной Рачинского землетрясения 1991 г. Установлено, что в этом сейсмическом очаге и раньше происходили сильные сейсмические толчки. Согласно полученным данным наиболее вероятный возраст предыдущего сильного землетрясения в Рача-Джавской зоне (т.е. до 1991 г.) – около 2000 лет назад. Еще одно, более древнее событие произошло около 6000 лет назад. Период повторяемости сильных землетрясений, подобных катастрофе 1991 г., таким образом, составляет в среднем 2000-3000 лет.

Литература

1. Габсатарова И. П. Онийское-II землетрясение 7 сентября 2009 г. с $K_p = 14,2$, $M_S = 5,8$ (Грузия) // Землетрясения Северной Евразии, 2009 год. – Обнинск: ГС РАН, 2015. – С. 325-333.
2. Габсатарова И. П., Головкова Л. В., Селиванова Е. А. Онийское-I землетрясение 6 февраля 2006 г. с $M_S = 5,0$, $I_0^P = 6$ (Грузия) // Землетрясения Северной Евразии, 2006 год. – Обнинск: ГС РАН, 2012. – С. 308-313.
3. Милюков В. К., Миронов А. П., Рогожин Е. А., Стеблов Г. М. Оценки скоростей современных движений Северного Кавказа по GPS наблюдениям // Геотектоника. – 2015. – №3. – С. 56-65.
4. Овсяченко А. Н., Новиков С. С., Ларьков А. С., Мараханов А. В. Особенности сейсмотектоники и древние землетрясения Южной Осетии (часть 1) // Вестник Владикавказского научного центра РАН и РСО-А. – 2011а. – 12. – №3. – С. 55-68.

5. Овсяченко А. Н., Новиков С. С., Ларьков А. С., Мараханов А. В. Особенности сейсмотектоники и древние землетрясения Южной Осетии (часть 2) // Вестник Владикавказского научного центра РАН и РСО-А. – 2011б. – 12. – №4. – С. 57-63.

6. Рогожин Е. А., Арефьев С. С., Богачкин Б. М. и др. Комплексный анализ геологических и сейсмологических данных и сейсмотектоническое представление об очаге Рачинского землетрясения // Физика Земли. – 1993. – №3. – С. 70-77.

7. Рогожин Е. А., Арефьев С. С., Мараханов А. В., Овсяченко А. Н., Новиков С. С., Матвеев И. В., Молотков С. Г. Недавнее землетрясение на Центральном Кавказе // Геофизические исследования. – 2009. – Т. 10. №4. – С. 64-66.

8. Рогожин Е. А., Лутиков А. И., Овсяченко А. Н., Донцова Г. Ю., Кучай М. С., Родина С. Н. Опыт детального сейсмического районирования Северного Кавказа // Природные и техногенные риски. Безопасность сооружений. – 2013. – №4. – С. 38-42.

DOI: 10.23671/VNC.2017.4.9530

TECTONIC POSITION, SISMOLOGICAL AND GEOLOGICAL MANIFESTATION OF 7 SEPTEMBER 2009 ONI-II EARTHQUAKE FOCUS ON THE SOUTHERN SLOPES OF THE GREAT CAUCASUS

© 2017 E. A. Rogozhin, Sc. Doctor (Geol.-Min.), prof.

Geophysical institute VSC RAS, Russia, 362002, RNO-Alania, Vladikavkaz,
Markov Str., 93 a, e-mail: eurog1947@yandex.ru

The article provides seismological and seismotectonic materials about the main shock and aftershocks of the Oni-II earthquake of 7 September 2009, with $M_S = 5,8$ on the South slope of the Greater Caucasus. The position of the cloud of epicenters of the main shock and aftershocks coincides with the northern branch of the focal zone of 29.04.1991 Racha earthquake, $M_S = 7,0$, $l_0 = 7-8$. The focal depth of the main shock is 8 to 15 km. As the active in the focus adopted the sloping plane, plunging to the North – North-East direction. Type progress on such a plane – thrust with component of right-lateral strike-slip. Seismodislocations were of secondary gravitational nature. The results of paleoseismological studies conducted in the Eastern part of the epicentral area of the Racha earthquake, showed that this seismic source the strong seismic shocks happened before. According to the obtained data, the age of the previous strong earthquake in the Racha – Dzhava zone (i.e., before 1991) – about 2000 years ago. Another, more ancient event occurred about 6,000 years ago. The recurrence period of strong earthquakes, similar to the disaster of 1991, thus, is an average of 2000-3000 years.

Keywords: Earthquake, focus, aftershock, seismodislocations, magnitude, intensity.

References

1. Gabsatarova I. P. Onijskoe-II zemletrjasenie 7 sentjabrja 2009 g. s $K_p = 14,2$, $M_S = 5,8$ (Gruzija) [Oni-II earthquake on September 7, 2009 with $K_p=14.2$, $M_S=5.8$ (Georgia)]. Zemletrjasenija Severnoj Evrazii, 2009, Obninsk: GS RAN, 2015, pp. 325-333. (in Russian)

2. Gabsatarova I. P., Golovkova L. V., Selivanova E. A. Onijskoe-I zemletrjasenie 6 fevralja 2006 g. s $M_S = 5.0$, $I_0^p = 6$ (Gruzija) [Oni-I earthquake on February 6, 2006 with $M_S = 5.0$, $I_0^p = 6$ (Georgia)]. Zemletrjasenija Severnoj Evrazii, 2006, Obninsk: GS RAN, 2012, pp. 308-313. (in Russian)
3. Miljukov V. K., Mironov A. P., Rogozhin E. A., Steblov G. M. Ocenki skorostej sovremennyh dvizhenij Severnogo Kavkaza po GPS nabljudenijam [Estimates of velocities of modern movements in the Northern Caucasus from GPS observations]. Geotektonika, 2015, No. 3, pp. 56-65. (in Russian)
4. Ovsjuchenko A. N., Novikov S. S., Lar'kov A. S., Marahanov A. V. Osobennosti sejsmotektoniki i drevnie zemletrjasenija Juzhnoj Osetii (chast' 1) [Features of seismotectonics and ancient earthquakes of South Ossetia (part 1)]. Vestnik Vladikavkazskogo nauchnogo centra RAN i RSO-A, 2011a, 12, No. 3, pp. 55-68. (in Russian)
5. Ovsjuchenko A. N., Novikov S. S., Lar'kov A. S., Marahanov A. V. Osobennosti sejsmotektoniki i drevnie zemletrjasenija Juzhnoj Osetii (chast' 2) [Features of seismotectonics and ancient earthquakes of South Ossetia (part 2)]. Vestnik Vladikavkazskogo nauchnogo centra RAN i RSO-A, 2011b, 12, No. 4, pp. 57-63. (in Russian)
6. Rogozhin E. A., Aref'ev S. S., Bogachkin B. M. i dr. Kompleksnyj analiz geologicheskikh i sejsmologicheskikh dannyh i sejsmotektonicheskoe predstavlenie ob ochage Rachinskogo zemletrjasenija [Comprehensive analysis of geological and seismological data and seismotectonic idea of the focus of the Racha earthquake]. Fizika Zemli, 1993, No. 3, pp. 70-77. (in Russian)
7. Rogozhin E. A., Aref'ev S. S., Marahanov A. V., Ovsjuchenko A. N., Novikov S. S., Matveev I. V., Molotkov S. G. Nedavnee zemletrjasenie na Central'nom Kavkaze [The recent earthquake in the Central Caucasus]. Geofizicheskie issledovanija, 2009, Vol. 10, No. 4, pp. 64-66. (in Russian)
8. Rogozhin E. A., Lutikov A. I., Ovsjuchenko A. N., Doncova G. Ju., Kuchaj M. S., Rodina S. N. Opyt detal'nogo sejsmicheskogo rajonirovanija Severnogo Kavkaza [The experience of detailed seismic zoning of the North Caucasus]. Prirodnye i tehnogennye riski, Bezopasnost' sooruzhenij, 2013, No. 4, pp. 38-42. (in Russian)