

О СЕЙСМИЧНОСТИ АРИДНОЙ ЗОНЫ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО КАВКАЗА

© 2019 г. Ш.Г. Идармачев, В.И. Черкашин, М.А. Мусаев, А.Ш. Идармачев

Институт геологии Дагестанского научного центра РАН

E-mail: idarmachev@yandex.ru

Поступила в редакцию 11.04. 2017. После доработки 22.10. 2017. Принята к публикации 04.07. 2018.

Впервые исследована связь распределения эпицентров сильных землетрясений с аридными зонами на территории Северо-Восточного Кавказа. Северная часть аридной зоны, расположенная на территории Скифско-Туранской платформы, характеризуется асейсмичностью, землетрясения располагаются южнее границы аридной зоны. Узкая часть прибрежной аридной зоны совпадает с расположением глубинных разломов: Срединный и Прибрежный, тектоническая активность которых характеризуется возникновением очагов сильных землетрясений.

Ключевые слова: сейсмичность, очаг землетрясения, магнитуда землетрясения, каталог землетрясения, эпицентр землетрясения, аридные зоны, ландшафт, активные разломы.

DOI: 10.24411/1993-3916-2019-10049

Экологическое состояние аридных экосистем в значительной мере связано с плотностью населения, его демографической структурой, урбанизацией, интенсивностью ведения хозяйства, степенью антропогенезации и трансформации геосистем.

Не менее важной особенностью указанного процесса является строительство крупных водохранилищ, нефтегазодобывающих комплексов, создающих большие зоны обводнения геосистем, депрессионные зоны, связанные с откачкой нефти и газа, очаги загрязнения ландшафтов (Корпачев, 1997; Ализаде и др., 2015).

Процесс трансформации экологического состояния аридных экосистем может происходить под влиянием как экзогенных факторов, так и эндогенных процессов.

Процессы в земной коре также могут оказывать влияние на экосистемы. Например, горообразование, вулканы и процессы, связанные с динамикой подземных вод и газов. Активные разломы, связанные с растяжением земной коры, увеличивают вертикальную миграцию жидкости и газов, влияющих в свою очередь на почвенно-растительный покров. Исследователи, занимающиеся изучением активных разломов, неоднократно обращали внимание на роль землетрясений, активизирующих проявление ряда экзогенных процессов, влияющих на объекты живой природы.

Сильные землетрясения в основном происходят в зонах тектонических движений. Как правило, в этих зонах наиболее интенсивно происходят деформационные процессы сжатия-растяжения земной коры, увеличивая ее проницаемость для вертикальной миграции жидкости и газов. Они в свою очередь могут оказывать влияние на почвенно-растительный покров (Гасанова, 2017; Касьянова, 1986; Чередниченко, 1985). Например, сопоставление обзорных карт почв, тектоники, геоморфологии Северо-Восточного Кавказа показало соответствие субширотной ориентации автоморфных солонцовых комплексов общему направлению геологических прогибов и разломов. Поэтому в настоящей работе сделана попытка определить связь между пространственным распределением землетрясений и аридной зоной Северо-Восточного Кавказа.

Объект и метод исследований

Северный Кавказ является самым сейсмически активным районом в европейской части России. Как в историческом прошлом, так и в последние годы здесь произошли многочисленные сильные и разрушительные землетрясения (Арефьев, 2003; Шебалин, 1997; Шебалин и др., 1971, New catalog of strong ..., 1982). Имеются данные о 15 сильнейших землетрясениях с магнитудой $M > 5$, произошедших на исследуемой территории (табл. 1; *магнитуда землетрясения* – величина,

характеризующая энергию, выделившуюся при землетрясении в виде сейсмических волн). Очаги большинства из них располагались в зонах простирающихся глубинных разломов Срединный, Владикавказский и Прибрежный (рис. 1). Ниже приведена карта эпицентров этих землетрясений (рис. 1), составленная автором работы (Арефьев, 2003).

Таблица 1. Список 15 известных сильнейших землетрясений, произошедших на исследуемой территории.

Год	Широта, °N	Долгота, °E	Магнитуда, M	Глубина очага, км
650	42.6	47.7	6.1	20
1742	43.1	46.7	5.2	15
1785	43.1	46.3	5.5	15
1830	43.0	47.0	6.3	15
1844	42.5	46.7	5.3	15
1863	43.0	47.1	5.0	16
1889	42.5	48.0	6.1	42
1909	42.4	48.0	5.8	40
1950	43.32	46.1	5.0	20
1958	43.18	47.77	5.5	5
1970	42.99	47.12	5.2	17
1970	43.0	47.1	6.6	12
1974	42.86	46.79	5.0	10
1975	43.10	47.09	5.2	12

Дагестанское землетрясение 14 мая 1970 г. было сильнейшим инструментально зарегистрированным землетрясением Кавказа с магнитудой $M=6.6$ и интенсивностью в эпицентральной зоне до 9 баллов по шкале MSK. Длина разрыва в очаге составила 15-18 км. Очаг землетрясения располагался в области крутого рельефа границ Мохоровичича и Конрада (условные границы в земной коре, при переходе через которые плотность вещества, а вместе с ней и скорости сейсмических волн скачком меняются). Наклон границы Конрада в районе очага достигает 11° (Шебалин, 1997). По данным глубинного сейсмического зондирования очаг лежит в районе крупных нарушений земной коры, там, где прослеживаются заметные нарушения всех глубинных границ, в том числе на глубине 35-40 км, 50-55 км и 70 км. Очаг также приурочен к зоне высоких градиентов магнитной и гравитационной аномалий земной коры. Все эти факты позволяют предположить высокую активность эндогенных процессов, тектонических движений, которые способствуют вертикальной миграции земных флюидов. Последствия землетрясения сказались на состоянии наземных экосистем – разрушении хозяйственных объектов, дорог и структуры сельскохозяйственных угодий.

Ранее сейсмичность территории Северо-Восточного Кавказа для периода 1960-2005 гг. была исследована авторами (Идармачев и др., 2010) для двух различных каталогов: региональной Геофизической службы (ГС) РАН (Общий каталог ..., 2007) и Северной Евразии (СЕ; Каталог Северной Евразии ..., 1993), дополненный данными из каталога NEIS до 2006 г.

Анализ данных показал, что, несмотря на существенную разницу в числе сейсмических событий, в каждом из рассмотренных каталогов (ГС РАН с 1960 по 2005 гг. содержит 11965 событий, СЕ – 427), основные особенности пространственного распределения эпицентров весьма стабильны. Это дает возможность сравнивать данные землетрясений, начиная с нижнего предела магнитуды $M \geq 4.0$, с целью уточнения их параметров в частности координат эпицентров.

Сравнение параметров сейсмичности по двум различным каталогам показало явное преимущество каталога ГС РАН. Поэтому для анализа использовались данные каталога ГС РАН за период 1971-2015 гг., когда на территории Дагестана работала региональная сеть сейсмических станций, созданная после катастрофического землетрясения 14 мая 1970 г.

Выбранный для исследования район Северо-Восточного Кавказа с сопредельными территориями ограничен координатами 41.15-44.00° с.ш. и 45.00-49.00° в.д. Всего на этой территории за рассматриваемый период было зарегистрировано 173 сильных землетрясений с магнитудой $M \geq 4.5$. Распределение эпицентров землетрясений показывает определенную закономерность: сейсмическую активность в переходной зоне от кустарниковых лугостепей к полупустынным ландшафтам равнинного Дагестана (рис. 2).

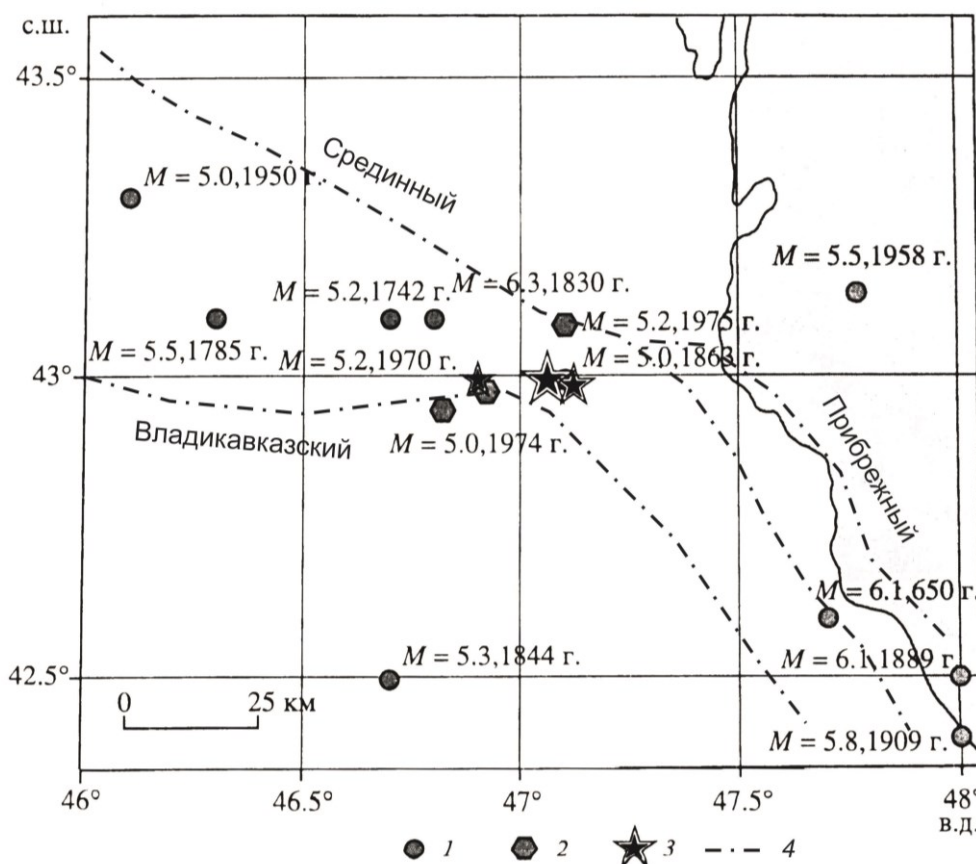


Рис. 1. Карта эпицентров сильнейших землетрясений известных с исторических времен района Северо-Восточного Кавказа (Арефьев, 2003). Условные обозначения: 1 – землетрясения, произошедшие до 1970 г.; 2 – землетрясения – после 1970 г.; 3 – главный толчок ($M=6.6$), форшок ($M=5.7$) и афтершок ($M=5.5$) сильнейшего на Северо-Восточном Кавказе землетрясения 1970 г.; 4 – разломные зоны по работе В.И. Черкашина с соавторами (2012).

Обсуждение результатов

Аридная территория, занимающая равнинную зону, включая приморскую полосу западной части Каспия, отмечена на приведенной выше карте (рис. 2). Данная граница совпадает с разломами глубинного заложения, простирающиеся вдоль берега Каспийского моря, которые затем поворачивают на Запад параллельно Главному Кавказскому хребту (Черкашин и др., 2012). В Терско-Каспийском прогибе развитие интенсивных отрицательных вертикальных движений приводит к погружению территории и развитию обширных тектонических депрессий. Согласно результатам исследований (Касьянова, 1986) к зонам повышенной трещиноватости и разрывным нарушениям оказываются приуроченными участки максимальных скоплений карстово-суффозных образований. По интенсивности их развития можно судить о степени активности разломов на новейшем этапе развития Терско-Кумской низменности.

Сейсмоактивный район Северо-Восточного Кавказа расположен между Главным Кавказским хребтом и Прикаспийской полупустыней. Северная часть аридной зоны асейсмична. Природа такого совпадения границ аридной зоны и сейсмической активности Северо-Восточного Кавказа пока не ясна. Возможно, это связано с происходящими здесь геодинамическими процессами. Тектонические

процессы на Кавказе находятся в тесной связи с окружающими его субблоками земной коры, такими как Иранский, Анатолийский, Копетдагский и др.

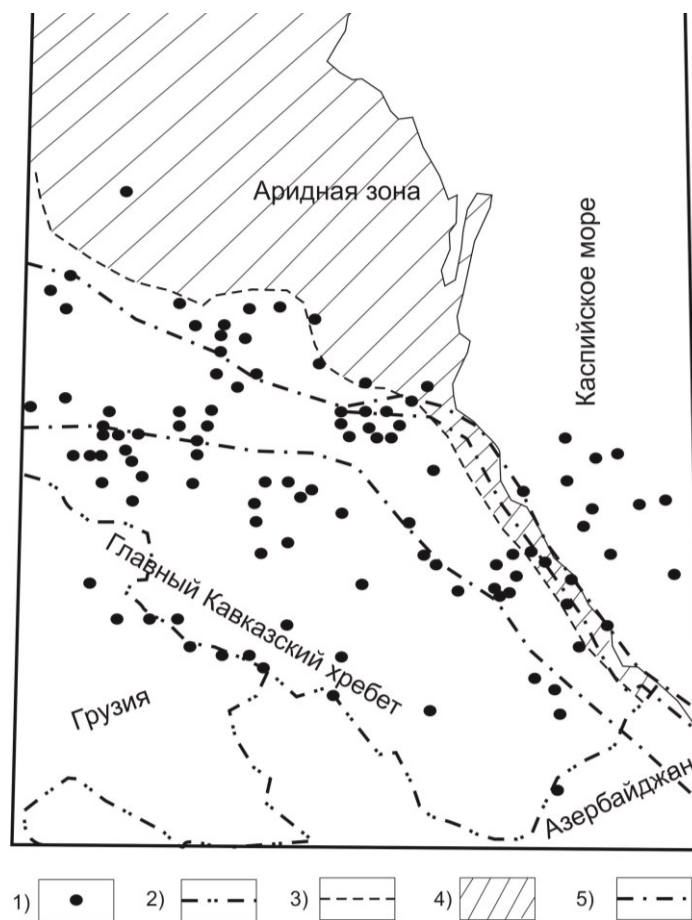


Рис. 2. Карта эпицентров землетрясений магнитудой $M \geq 4.5$ за период 1971-2015 гг. Условные обозначения: 1 – эпицентр землетрясения, 2 – государственная граница, 3 – граница аридной зоны, 4 – территория аридной зоны, 5 – глубинные разломы.

Согласно модели тектонических движений плит (Philip et al., 1989; Rebai et al., 1993) Аравийская плита, двигаясь на Северо-Восток, оказывает давление на Анатолийскую и Иранскую плиты, при этом Северный Иран и Закавказье перемещаются на Северо-Восток со средней скоростью 15-20 мм/год. Восточный Кавказ и южная часть бассейна Каспийского моря также испытывают последствия такого движения плит, при этом оказываются зажатыми между обширной Скифско-Туранской платформой с севера и Закавказьем, Ираном с юга. Согласно данной модели аридная зона совпадает с территорией Скифско-Туранской платформы, которая является асейсмичной. Возможно такая интерпретация позволяет объяснить асейсмичность аридной зоны Северо-Восточного Кавказа.

Выводы

В настоящей работе впервые рассмотрена сейсмичность аридных зон на примере Северного Кавказа.

Северная часть аридной зоны Северо-Восточного Кавказа характеризуется асейсмичностью и расположена в основном на территории Скифско-Туранской платформы.

Узкая часть прибрежной аридной зоны совпадает с расположением глубинных разломов (Срединный и Прибрежный), тектоническая активность которых определяется возникновением очагов сильных землетрясений,

Для статистически обоснованных выводов о связи аридных зон с сейсмичностью необходимо более масштабное исследование данного вопроса на других территориях с аридными зонами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Ализаде Э.К., Рустамов Г.Э., Керимова Э.Д.* 2015. Экохимические особенности современного ландшафта Абшеронского полуострова: Монография. Баку. 245 с.
- Арефьев С.С.* 2003. Эпицентральные сейсмологические исследования. М.: ИКЦ Академкнига. 347 с.
- Гасанова З.У.* 2017. Тектонический, геоморфологический и климатический факторы формирования солонцов – солончаков Северного Дагестана // Вестник Дагестанского научного Центра РАН. № 65. С.106-109.
- Идармачев Ш.Г., Арефьев С.С., Идармачев А.Ш.* 2010. Сейсмичность территории Дагестана за период 1960-2005 гг. // Мониторинг природных катастроф. Махачкала: Эпоха. С. 12-19.
- Каталог Северной Евразии с древнейших времен до 1990 г. М.: Наука. 1993. 519 с.
- Касьянова Н.А.* 1986. Изучение разломной тектоники Терско-Кумской низменности по проявлениям карстово-суффозного процесса // Геоморфология. № 2. С. 57-59.
- Корпачев В.И.* 1997. Некоторые проблемы взаимодействия крупных водохранилищ с окружающей природной средой // Труды Красноярской государственной технологической академии. Красноярск. С. 76-81.
- Общий каталог землетрясений территории Дагестана. Махачкала: Эпоха. 2007. 393 с.
- Чердниченко В.П.* 1985. Роль тектонического фактора в происхождении крупных форм эолового рельефа Каракумов // Геоморфология. № 2. С. 104-107.
- Черкашин В.И., Сабаньев К.А., Гаврилов Ю.О.* 2012. Тектоническая карта Дагестана. Махачкала.: Изд. "Aleph". 129 с.
- Шебалин Н.В.* 1997. Сильные землетрясения. М.: Академия горных наук. 541 с.
- Шебалин Н.В., Магомедов А.М., Шолто В.Н.* 1971. Землетрясение в Дагестане // Земля и Вселенная. № 1. С. 4-19.
- New catalog of strong earthquakes in the USSR from ancient times through 1977. 1982. / Eds. N.V. Kondorskaya, N.V. Shebalin. World Data Center A for Solid Earth Geophysics. Report SE-31. NOAA, Boulder. Colorado. USA. 608 p.
- Philip H., Cisternas A., Gvishiani A., Gorshkov A.* 1989. The Caucasus an actual example of the initial stages of continental collision // Tectonophysics. Vol. 161. P. 1-21.
- Rebai S., Philip H., Dorbath L.* 1993. Active tectonics in the lesser Caucasus: coexistence of compressive and extensional structures // Tectonics. Vol. 12. N. 5. P. 1089-1114.