

УДК 550.3

DOI: 10.23671/VNC.2016.4.20901

СЕЙСМИЧНОСТЬ ТЕРРИТОРИИ ВОСТОЧНОГО КАВКАЗА ЗА ПЕРИОД 1960–2006 гг.

© 2016 Ш.Г. Идармачев, д.ф.-м.н., В.И. Черкашин, д.г.-м.н.,
А.Ш. Идармачев

ФГБУН Институт геологии ДНЦ РАН, Россия, 367030, г. Махачкала,
ул. М. Ярагского 75,
e-mail: idarmachev@yandex.ru

В работе проведен анализ пространственно-временного распределения сейсмичности территории Восточного Кавказа по двум различным каталогам: Дагестанского филиала геофизической службы РАН и Северной Евразии. Для периода наблюдений с 1960 по 2006 гг. максимальная концентрация эпицентров землетрясений сосредоточена в радиусе 40 км от центра с координатами 43,00° с.ш. и 47,00° в.д. Временное распределение землетрясений показывает, что всплески сейсмической активности совпадают с периодами: 1) сильного землетрясения магнитудой 6,6 в 1970 г.; 2) заполнения Чиркейского водохранилища в 1974 г.; 3) землетрясения магнитудой 5,7 в 1999 г. Установлено, что по числу и точности определения параметров очагов землетрясений каталог Дагестанского филиала геофизической службы РАН превосходит каталог Северной Евразии, тем самым позволяет исследовать сосредоточенную и рассеянную компоненты сейсмичности.

Ключевые слова: эпицентр землетрясений, сосредоточенная и рассеянная сейсмичности, график повторяемости, карта сейсмического районирования, региональный каталог, сейсмическая активность, магнитуда, очаг землетрясения, индекс Мирошита, кластеризованный.

Дагестан является самым сейсмически активным районом европейской части России. Как в историческом прошлом, так и в последние годы, здесь известны многочисленные сильные и разрушительные землетрясения. Это нашло свое отражение и на карте общего сейсмического районирования территории России. На рис. 1 представлен фрагмент карты ОСР97-С.



Рис. 1. Зоны интенсивности сотрясений в баллах MSK-64 для Восточного Кавказа

Видно, что значительная часть территории Восточного Кавказа, включая крупные города, располагается в зоне ожидаемых землетрясений 10 и более баллов для периода повторяемости 5000 лет.

Для исследования сейсмичности Дагестана и прилегающих районов были использованы следующие каталоги: региональный каталог Dag [Общий каталог..., 2007] и каталог Северной Евразии, составленный для работы над картами ОСР97, Eur [Каталог Северной Евразии..., 1993] который в настоящее время продлен до 2006 г. Последний содержит и историческую часть, которая рассматривается отдельно. Для анализа была выбрана территория, слегка выходящая за административные границы республики: $41,00^{\circ}$ – $44,00^{\circ}$ с.ш.; $45,50^{\circ}$ – $49,00^{\circ}$ в.д.

На рис. 2 приведены карты эпицентров, построенные по данным каталогов DAG и EUR для интервала времени с 1960 г.

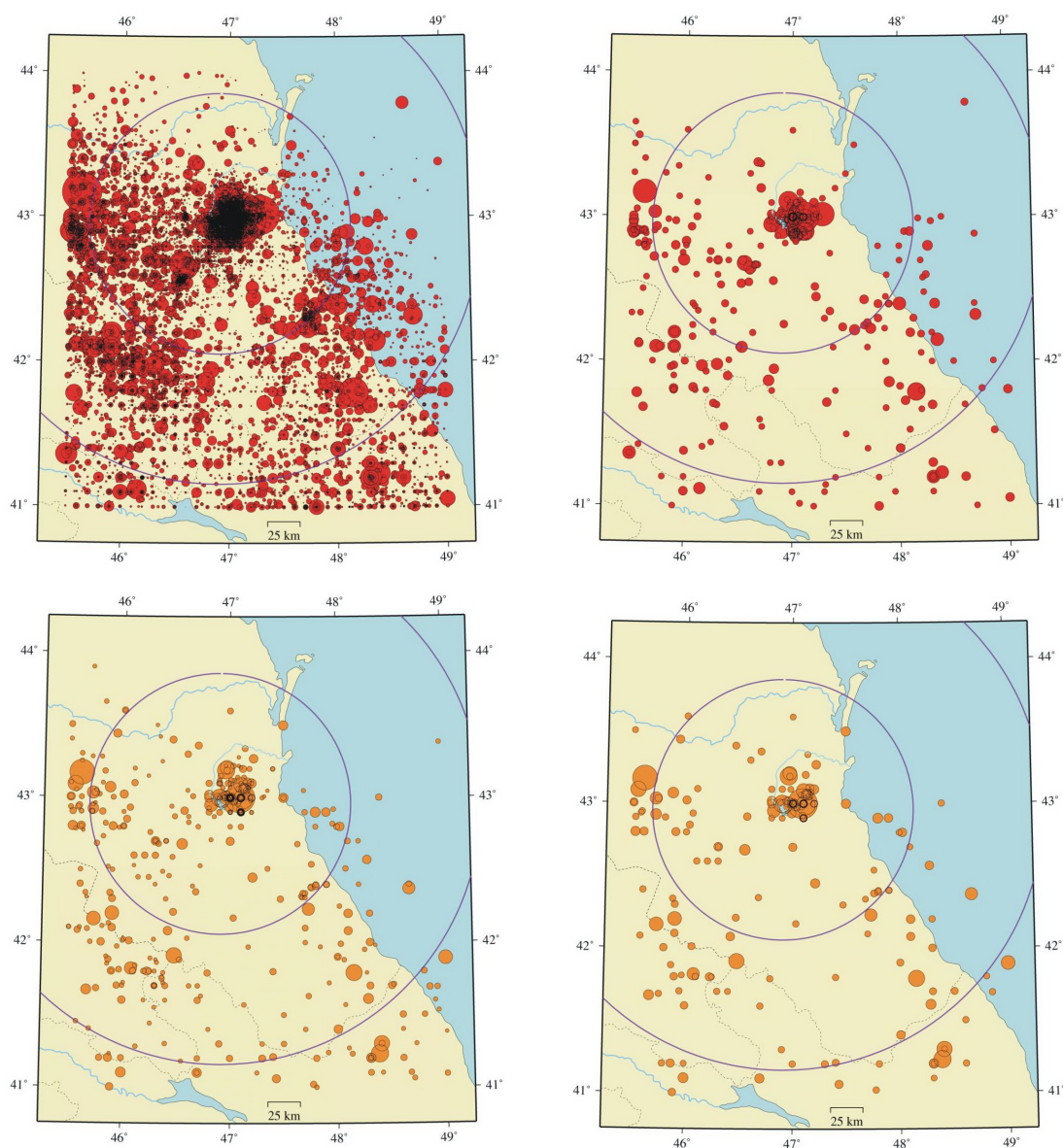


Рис. 2. Карты эпицентров землетрясений, зарегистрированных на территории Дагестана по каталогам DAG (а, б) и EUR (в, г); в) и г) для $K > 11$

Анализ представленных карт показывает, что несмотря на существенную разницу в числе сейсмических событий в каждом из рассмотренных каталогов (DAG с 1960 по 2005 гг. содержит 11965 событий, EUR 427, а для $K > 11$ DAG 358 и EUR

184), основные особенности пространственного распределения эпицентров весьма стабильны. Это не дает нам возможности выбрать предпочтительный каталог и заставляет в ответственных ситуациях пользоваться двумя. Временной аспект представляют графики рис. 3.

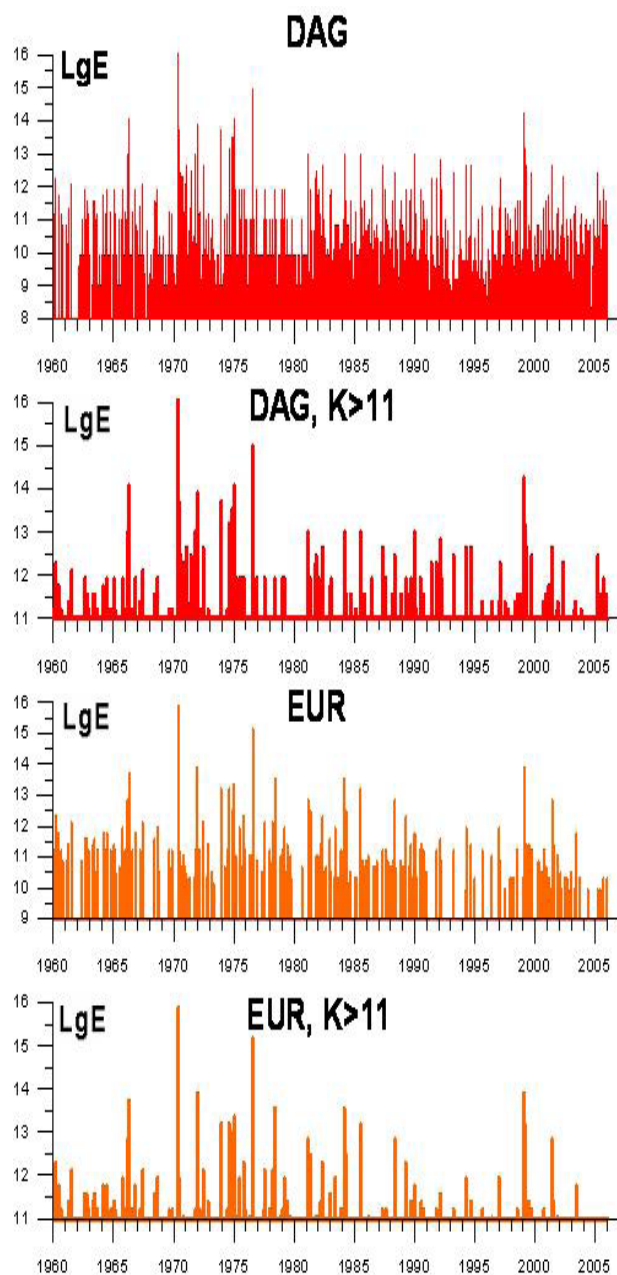


Рис. 3. Временной ход сейсмичности для разных каталогов

Из графика следует, что общие тенденции временного хода также сохраняются для двух каталогов, хотя, если пытаться выделить детали, то каталог DAG представляется более предпочтительным.

Историческая часть каталога EUR начинается с 457 г. [Новый каталог..., 1977]. И хотя исторический каталог заведомо не полон, карта распределения эпицентров представлена на рис. 4.

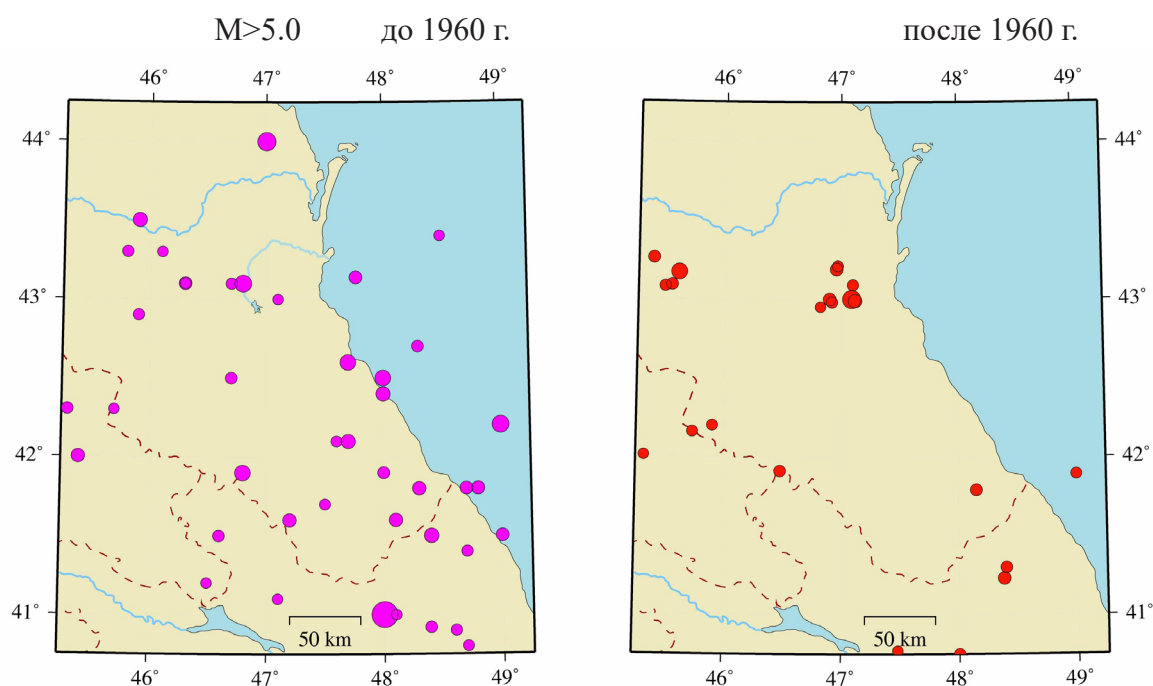


Рис. 4. Карта эпицентров землетрясений по каталогу EUR для $M > 5,0$ и двух интервалов времени

Из рисунка можно видеть, что землетрясения за большой период времени (до 1960 г.) покрывают территорию гораздо равномернее, чем события последних 45 лет. Это, конечно, отражает меньшую точность исторических данных, но, в первую очередь, говорит о высокой сейсмической опасности практически для всей территории.

Рассмотрим графики повторяемости по этим двум каталогам, рис. 5. Данные до 1960 г. представительны для слишком больших магнитуд, поэтому не рассматриваются. Для интервала с 1960 г., судя по графикам повторяемости, представительность по магнитуде для каталога EUR $M > 3,25$, а для каталога DAG $M > 2,75$. Наклон, особенно для каталога DAG получается близким к 170 ($b = 0,97$), что косвенно подтверждает качество каталога.

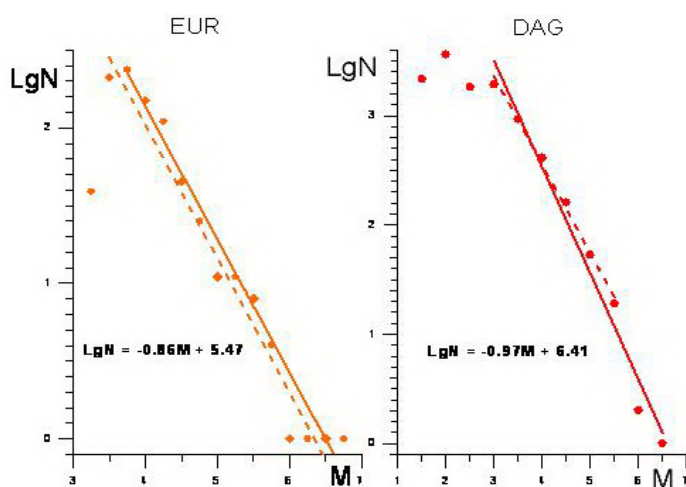


Рис. 5. Графики повторяемости

На рис. 6 представлены графики изменения во времени сейсмической активности A_{10} и наклона графика повторяемости γ за период 1960–2005 гг. На графике A_{10} (Dag) максимальные пики совпадают со временами сильных землетрясений в исследуемом районе: 14.05.1970, 23.12.1974, 09.01.1975, 28.07.1976, 31.01.1999. Все эти сильные землетрясения произошли в районе Сулакского каскада ГЭС (ближе 40 км от центра Чиркейского водохранилища) и только событие 1976 г. удалено на 110 км. В период этих землетрясений на графике повторяемости γ (Dag) наблюдается увеличение угла наклона от 0,2–0,3 до 0,6–0,65. В последующие 5 лет он увеличивается до 0,45 и держится стабильно, примерно, на этом же уровне.

Картина на графиках для каталога EUR несколько иная, и если для активности определенная преобладающая может быть отмечена, хоть и в сильно сглаженном виде, то для наклона графика повторяемости картина сильно отличается. Впрочем, это обстоятельство вполне объясняется недостаточностью статистики по каталогу EUR.

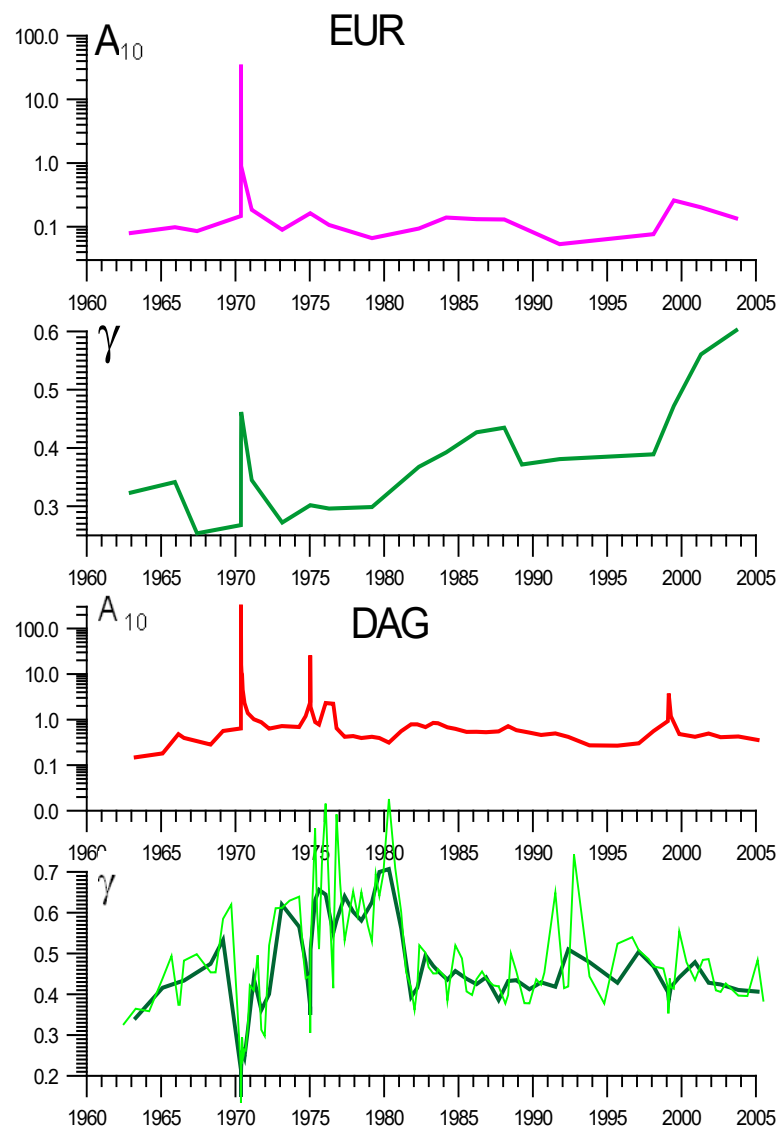


Рис. 6. Временной ход сейсмической активности (A_{10}) и наклона графика повторяемости (γ) за период 1960–2006 гг., построенные по различным каталогам; γ по DAG сделан с разными значениями окна осреднения (100 и 50 событий), для EUR окно 40 событий

Поскольку на картах эпицентров землетрясений для интервалов с 1960 г. хорошо видны сгущения и разрежения в облаке эпицентров, представилось целесообразным более детально рассмотреть это явление, воспользовавшись методикой разделения сейсмичности на сосредоточенную и рассеянную компоненты сейсмичности [Арефьев и др., 1989]. Методика основана на одном из вариантов кластерного анализа, а также использует индекс Мирошиты [Ouchi et al., 1985; Арефьев, 2003]. Индекс Мирошиты позволяет диагностировать характер пространственного распределения точек (в нашем случае эпицентров землетрясений) на плоскости, отличая регулярное, случайное и кластеризованное (сгущенное) и даже оценивать степень сгущенности. На базе каталога DAG такое разделение было выполнено и результат представлен на рис. 7. Хорошо виден высокий уровень кластеризованности. Наибольшая концентрация эпицентров отмечается в районе Сулакского каскада ГЭС. Однако по величине наклона графика повторяемости компоненты различаются незначительно.

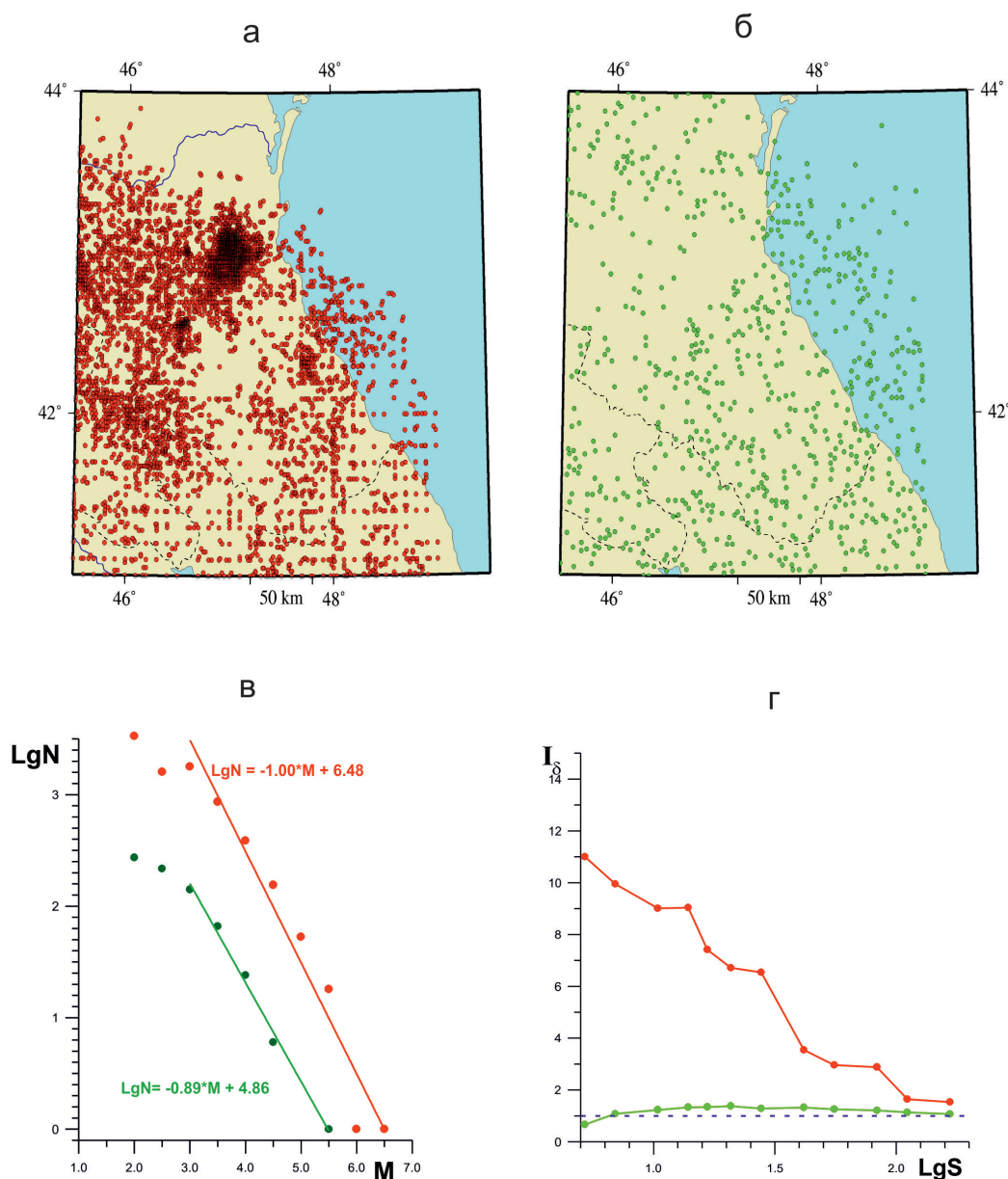


Рис. 7. Карты эпицентров для сосредоточенной (а) и рассеянной (б) компонент сейсмичности, графики повторяемости (в) и графики индекса Мирошиты (г) для соответствующих компонент

Выводы

1. На основе анализа сейсмичности территории Восточного Кавказа период наблюдений 1960–2006 гг. по двум различным каталогам – Дагестанского филиала геофизической службы РАН и Северной Евразии – установлено, что наибольшая концентрация очагов землетрясений сосредоточена на территории Дагестана с координатами $43,00^\circ$ с.ш. и $47,00^\circ$ в.д. Максимальная концентрация очагов наблюдается в районе Сулакского каскада ГЭС, в радиусе 40 км от центра Чиркейского водохранилища.

2. Временное распределение землетрясений показывает, что всплески сейсмической активности совпадают с периодами: 1) сильного землетрясения магнитудой 6,6 в 1970 г.; 2) заполнения Чиркейского водохранилища в 1974 г.; 3) землетрясения магнитудой 5,7 в 1999 г.

3. По числу и точности определения параметров очагов каталог Дагестанского филиала геофизической службы РАН превосходит каталог Северной Евразии, тем самым позволяет исследовать сосредоточенную и рассеянную компоненты сейсмичности.

Литература

1. Арефьев С.С., Татевосян Р.Э., Шебалин Н.В. Способ измерения параметров сейсмического режима. А.с. №4610030/31 от 27.12.1989
2. Арефьев С.С. Эпицентральные сейсмологические исследования. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2003. – 375 с.
3. Каталог землетрясений Северной Евразии. – Обнинск. – 1993. – 65 с.
4. Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. – М.: Наука, 1977. – 519 с.
5. Общий каталог землетрясений на территории Дагестана. – Махачкала.: Эпоха, 2007. – 393 с.
6. Ouchi T., Uekawa T. Statistical analysis of the spatial distribution of the earthquakes – variation of the spatial distribution of the earthquakes before and after large earthquakes // Prepr.Subm. Phys. Earth and Planet Inter. – 1985. – 19 p.

DOI: 10.23671/VNC.2016.4.20901

SEISMICITY OF THE TERRITORY OF THE EASTERN CAUCASUS FOR THE PERIOD 1960–2006

© 2016 S.G. Idarmachev, Sc. Doctor (Phys.-Math.), V.I. Cherkashin,
Sc. Doctor (Geol.-Min.), A.S. Idarmachev

Institute of Geology of Dagestan Scientific Center of Russian Academy of Sciences,
Russia, 367030, Makhachkala, Str. M. Yaragsky 75,
e-mail: idarmachev@yandex.ru

In work the analysis of spatial-temporal distribution of seismicity the territory of the Eastern Caucasus in two different directories, the Dagestan branch of the geophysical service RAS and Northern Eurasia. For the observation period from 1960 to 2006. the maximum concentration of epicenters of earthquakes are concentrated within a radius of 40 km from the centre coordinates 43,00° Lat. and 47,00° Lon. The temporal distribution of earthquakes shows that bursts of seismic activity coincide with periods of: 1) a strong earthquake of magnitude 6,6 in 1970; 2) completion of Chirkei reservoir in 1974; 3) an earthquake of magnitude of 5,7 in 1999 Set that the number and accuracy of determining the parameters of earthquake sources directory of the Dagestan branch of the geophysical service of the RAS is superior to the catalogue of Northern Eurasia, thereby allows to explore a concentrated and scattered components of seismicity.

Keywords: earthquakes epicenter, concentrated and scattered seismicity, the graph of repetition, seismic zoning map, regional catalogue, seismic activity, magnitude, seismic center (earthquake focus), Miroshita index, clusterized.