

ДАГЕСТАН

С.Р. Амиров, О.А. Асманов, М.Г. Даниялов, Р.А. Левкович, Е.Ю. Сагаметова

Дагестанский филиал ГС РАН, г. Махачкала, uuball12@ball12.dagestan.su

В 2009 г. в системе сейсмических наблюдений, проводимых на территории Дагестана, изменений относительно [1] не произошло. Сеть наблюдений по-прежнему состояла из 16 аналоговых и 2 цифровых («Гуниб» GNB, «Дубки» DBC) станций, параметры которых представлены в общем Приложении по Северному Кавказу [2] к наст. сб. Станция «Махачкала» МАК на рис. 1 принадлежит ГС РАН.

На рис. 1 показана дислокация станций и дана карта энергетической представительности землетрясений в изолиниях K_{\min} по наблюдениям данной сети. Согласно этой карте, республиканская сеть сейсмических станций обеспечила уверенную регистрацию землетрясений на уровне $K_{\min}=7$. Уровень представительной регистрации землетрясений в центральной зоне Дагестана составляет $K_{\min}=5-6$, а для всей рассматриваемой территории в пределах координат $\varphi=41.00-44.00^{\circ}\text{N}$, $\lambda=45.00-49.00^{\circ}\text{E}$ – $K_{\min}=8$. Определение представительности по инструментальным данным проводилось по методике, описанной в [3]. Для решения задач сейсмического режима нижний уровень энергетического класса землетрясений, включаемых в анализ, выбран равным $K_{\min}=8$.

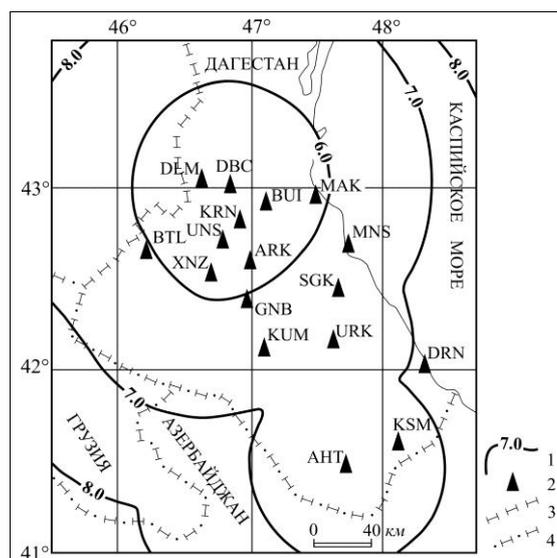


Рис. 1. Карта энергетической представительности землетрясений K_{\min} Дагестана по данным наблюдений в 2009 г.

1 – изолиния K_{\min} ; 2 – сейсмическая станция; 3 – граница Дагестана; 4 – государственная граница.

Определение координат гипоцентров землетрясений в 2009 г. производилось в основном методом засечек на машине с использованием местного годографа, построенного для Дагестана [4]. Энергетические классы K_p землетрясений определялись по номограмме Т.Г. Раутиан [5], магнитуды $MPVA$ – по [6].

По данным оригинала каталога [7] в 2009 г. в пределах Дагестана и сопредельных районов определены параметры 361 землетрясения с $K_p=5.1-11.8$, из которых 32 имеют $K_p \geq 9.6$, тогда как в 2008 г. [8] их было 78. Величина суммарной сейсмической энергии, выделенной в 2009 г. на территории Дагестана и акватории Среднего Каспия, равна $\Sigma E=2.789 \cdot 10^{12}$ Дж. Построен график повторяемости. Угловой коэффициент этого графика для землетрясений представительного класса с $K_p \geq 8$ равен $\gamma=0.41$.

Изменение во времени (по месяцам) числа землетрясений и величины выделившейся суммарной сейсмической энергии на территории Дагестана и сопредельных государств в 2009 г. по данным [7] представлено на рис. 2. Как видим, число землетрясений меняется в пределах 21–44 событий в месяц и достигает максимума в январе, мае и августе. Максимумы выделившейся сейсмической энергии приходится на май, август и ноябрь.

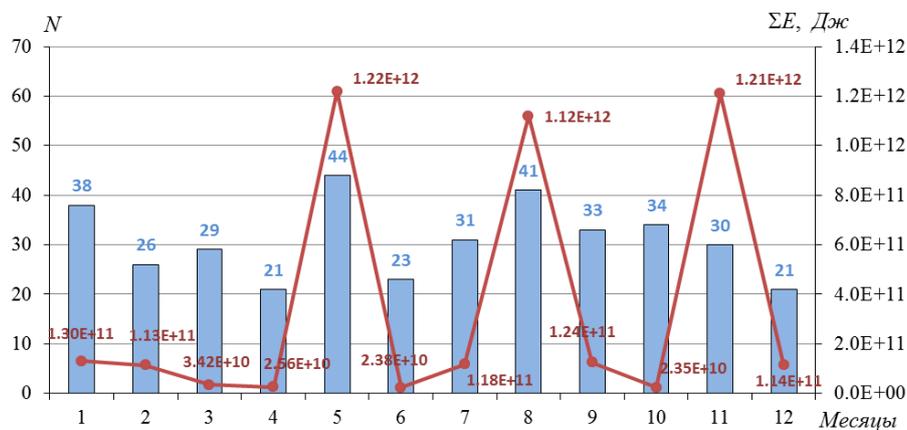


Рис. 2. Числа землетрясений и значения логарифма суммарной сейсмической энергии по месяцам 2009 г. по [7]

Карта эпицентров всех 361 землетрясения изображена на рис. 3.

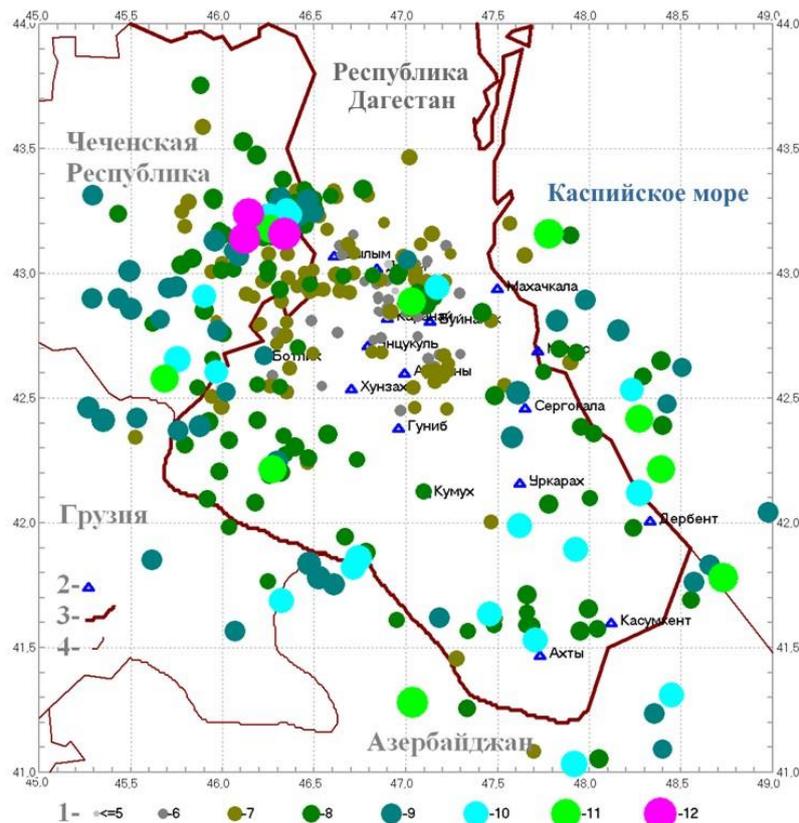


Рис. 3. Карта эпицентров землетрясений Дагестана за 2009 г.

1 – энергетический класс K_p ; 2 – сейсмическая станция; 3 – граница Республики Дагестан; 4 – государственная граница.

Из карты эпицентров землетрясений за 2009 г. (рис. 3) видно, что основные зоны повышенной сейсмогенерации 2009 г. хорошо согласуются с таковыми и в 2008 г. Наиболее активной была зона афтершокового поля Курчалоевского землетрясения 11.10.2008 г. с $K_p=14.5$, $M_w=5.8$, $I_0=7-8$ [9, 10] в Чеченской Республике, где в 2009 г. зарегистрировано

три землетрясения с $K_p \div 10^{11}$ Дж (17 мая в 15^h03^m с $K_p=11.4$, 25 августа в 11^h12^m с $K_p=11.1$ и 16 ноября в 07^h31^m с $K_p=11.9$ [11]. Эти землетрясения произошли на приграничной зоне восточной части Чеченской Республики (рис. 3).

На рис. 4 представлена карта сейсмической активности в единицах A_{10} при $K_0=10$ и $K_{\min}=8$. Расчет сейсмической активности A_{10} выполнен методом суммирования с постоянной точностью ($N_{\Sigma}=5$) по методике Ю.В. Ризниченко [12, 13]. На карте наблюдаются четыре отдельных друг от друга зоны с повышенной активностью, расположенные на северо-западе (в Чеченской Республике), на территории Дагестанского клина, в области Кавказского хребта и в Южном Дагестане.

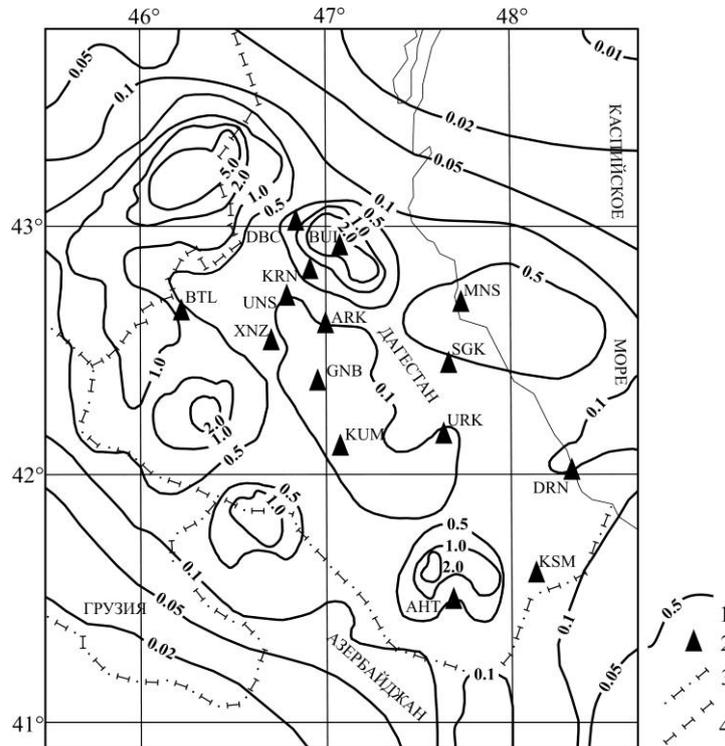


Рис. 4. Карта сейсмической активности в единицах A_{10} для территории Дагестана и приграничных районов за 2009 г.

1 – изолиния A_{10} ; 2 – сейсмическая станция; 3 – граница Дагестана.

Используя карты эпицентров (рис. 3) и сейсмической активности (рис. 4), рассмотрим пространственные особенности распределения сейсмичности Дагестана в 2009 г.

Непосредственно внутри республиканских границ наибольшая плотность эпицентров наблюдалась в центральной части республики в области Дагестанского клина, между станциями «Дылым», «Махачкала» и «Аракань» (рис. 3), отмечается генерация в основном низкоэнергетических землетрясений, возможно являясь откликом на влияния водохранилищ Сулакского каскада ГЭС. Наиболее высокие значения сейсмической активности с $A_{10}=2$ видны на высокоградиентной площадке с быстрым спадом до $A_{10}=0.5$ (рис. 4). Но относительно сильных ($K_p \geq 9.6$) землетрясений всего два: 30 января в 05^h47^m с $K_p=11.1$ и 15 сентября в 04^h55^m с $K_p=10.2$ [11].

Второе облако эпицентров выделяется в юго-западном направлении относительно центра республики (рис. 3), ооконтуренное изолинией $A_{10}=0.5$, где, впрочем, выделена также малая площадка высокой активности с $A_{10}=2.0$ (рис. 4). Эта группа эпицентров энергетически более высокая, т.к. здесь зарегистрированы три события с $K_p \geq 8.7$ (29 марта в 12^h06^m с $K_p=8.7$, 21 июня в 00^h58^m с $K_p=11.1$ и 13 сентября в 13^h15^m с $K_p=10.8$ [11]).

На юге республики, севернее станции «Ахты», также выделяются площадки с $A_{10}=0.5$ и $A_{10}=2$, хотя площадь последней меньше вышеперечисленных (рис. 4). Здесь нет ни одного землетрясения с $K_p \geq 11$, но зато четыре с $K_p \geq 10$, возникшие 7 мая в 21^h52^m с $K_p=9.9$; 8 июня в 21^h35^m с $K_p=10.4$, 10 сентября в 02^h51^m с $K_p=10.0$, 26 октября в 05^h31^m с $K_p=9.8$ [11].

В Каспийском море хорошо видна протяженная прибрежная область повышенной плотности эпицентров длиной около 200 км – шельфовая зона Среднего Каспия (рис. 3), не выраженная, однако, на карте сейсмической активности (рис. 4). Она характеризуется превалированием сильных толчков, начиная с землетрясения 20 июля в 22^h35^m с $K_p=11.4$ на севере полосы и заканчивая тремя событиями на юге, два из которых (2 июля в 01^h18^m с $K_p=10.7$ и 4 ноября в 21^h10^m с $K_p=10.2$) локализованы чуть севернее Дербента, а третий (16 ноября в 08^h28^m с $K_p=10.0$) – уже в Азербайджане [11].

Сопоставим показатели уровня сейсмичности (число землетрясений и их суммарную энергию) за 2009 г. с таковыми за длительный период наблюдений 1995–2009 гг. Для этого используем годовые каталоги землетрясений Дагестана [7, 8, 14–26], которые, однако, отдельно не публикуются в сборниках, поскольку включаются в сводные по всему Северному Кавказу годовые каталоги землетрясений. А оригиналы годовых каталогов Дагестана хранятся в *редколлегии*. Результат помещен в табл. 1, где в нижних двух строках содержится информация средних годовых значений числа землетрясений и суммарной энергии за 1995–2008 гг. и за 2009 г. соответственно.

Таблица 1. Распределение числа землетрясений по энергетическим классам K_p и суммарная сейсмическая энергия ΣE Дагестана и сопредельных территорий за 1995–2009 гг.

Год	K_p										N_{Σ}	$\Sigma E, 10^{12} \text{ Дж}$
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
1995		31	38	36	34	4	3				146	0.38
1996	26	59	70	82	24	14	4				279	0.57
1997	10	37	48	53	65	24	8	1			236	2.1
1998		27	54	72	40	16	5	1			215	1.7
1999		114	315	168	122	49	24	3	2	1	798	126.0
2000	14	44	69	84	44	18	6				279	0.83
2001	18	70	77	105	65	23	6	1	1		366	11.9
2002	1	11	74	89	97	39	18	7			333	9.3
2003	1	18	66	58	66	25	8	3			245	4.1
2004	1	56	82	118	47	13	8				324	0.98
2005	14	94	128	104	52	20	9	3			424	4.2
2006	11	60	99	98	48	22	4	4			346	4.7
2007	4	29	71	92	70	20	4	4			294	4.7
2008	3	35	134	267	149	43	29	7	1	1	669	121.0
Сумма	103	685	1322	1426	913	929	136	34	4	2	5554	292.46
Среднее за 14 лет	7.36	48.9	94.4	101.9	65.2	23.5	9.7	2.4	0.29	0.14	396.7	20.89
2009	5	53	112	117	52	29	10	3			361	2.789

Сравнение за разные годы показывает, что число землетрясений в 2009 г. чуть ниже среднего (361 вместе 396.7), но суммарная энергия ниже среднего в 7 раз ($2.79 \cdot 10^{12} \text{ Дж}$ вместо $20.89 \cdot 10^{12} \text{ Дж}$). Графическое изображение данных для интервала 1995–2009 г. показано на рис. 5.

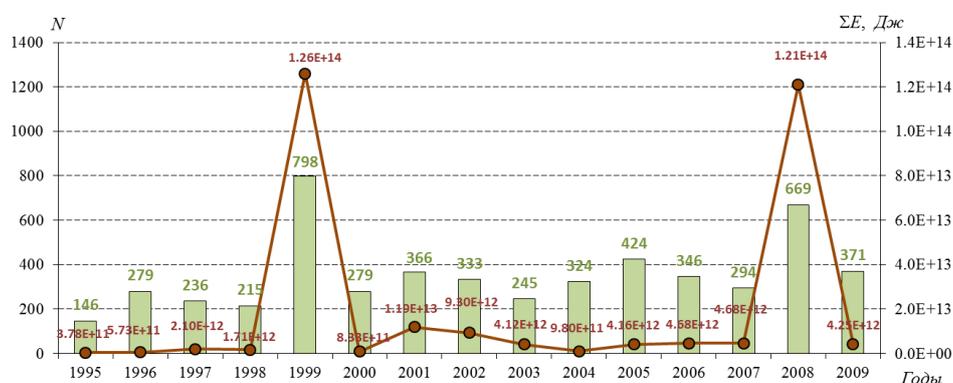


Рис. 5. Годовые значения суммарной сейсмической энергии ΣE и числа землетрясений N_{Σ} на территории Дагестана и прилегающих территорий за 1995–2009 гг.

Подводя итоги об уровне сейсмичности республики в 2009 г., можно сказать, что как по числу землетрясений, так и по количеству выделенной сейсмической энергии, в 2009 г. имело место снижение относительно тех же параметров в 2008 г.

Л и т е р а т у р а

1. **Амиров С.Р., Асманов О.А., Даниялов М.Г., Левкович Р.А., Сагателова Е.Ю.** Дагестан // Землетрясения Северной Евразии в 2008 г. – Обнинск: ГС РАН, 2014. – С. 88–94.
2. **Мехрюшев Д.Ю., Янков А.Ю., Погода Э.В., Даниялов М.Г., Габсатарова И.П., Пойгина С.Г. (сост.)**. Сейсмические станции ГС РАН, работавшие на территории Северного Кавказа в 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
3. **Гайский В.Н., Жалковский Н.Д.** Исследование повторяемости землетрясений Западной Тувы // Физика Земли. – 1971. – № 9. – С. 16–28.
4. **Адилов З.А., Асманов О.А., Левкович Р.А.** Годографы территории Дагестана // Землетрясения Северной Евразии в 2008 г. – Обнинск: ГС РАН, 2014. – С. 463–465.
5. **Раутиан Т.Г.** Об определении энергии землетрясений на расстоянии до 3000 км // Экспериментальная сейсмика (Тр. ИФЗ АН СССР; № 32(199)). – М.: Наука, 1964. – С. 88–93.
6. **Соловьёва О.Н., Агаларова Э.Б., Алимамедова В.П., Гасанов А.Г., Геодакян Э.Г., Гюль Э.К., Дарахвелидзе Л.К., Петросян М.Д., Фабрициус З.Э., Хромецкая Е.А.** Калибровочные функции для определения магнитуды Кавказских землетрясений по короткопериодной волне P на малых эпицентральных расстояниях // Интерпретация сейсмических наблюдений. – М.: МГК АН СССР, 1983. – С. 65–72.
7. **Амиров С.Р. (отв. сост.), Гамидова А.М., Мусалаева З.А., Абдуллаева А.Р. Сагателова Е.Ю.** Каталог (оригинал) землетрясений Дагестана за 2009 г. ($N=361$). – Обнинск: Фонды ГС РАН, 2014. – 6 с.
8. **Амиров С.Р. (отв. сост.), Мусалаева З.А., Гамидова А.М., Сагателова Е.Ю., Абдуллаева А.Р.** Каталог (оригинал) землетрясений Дагестана за 2008 г. ($N=669$). – Обнинск: Фонды ГС РАН, 2013. – 12 с.
6. **Асманов Ю.А., Левкович Р.А., Гайсумов М.Я., Керимов И.А., Габсатарова И.П., Головкова Л.В., Иванова Л.Е., Пономарёва Н.Л., Чепкунас Л.С., Рыжикова М.И.** Макросейсмические проявления Курчалойского землетрясения 11 октября 2008 г. с $K_p=14.5$, $M_w=5.8$, $I_0=7-8$ (Чеченская Республика) // Землетрясения Северной Евразии в 2008 г. – Обнинск: ГС РАН, 2014. – С. 421–432.
10. **Габсатарова И.П.** Инструментальные параметры очага Курчалойского землетрясения 11 октября 2008 г. с $K_p=14.5$, $M_w=5.8$, $I_0=7-8$ (Чеченская Республика) // Землетрясения Северной Евразии в 2008 г. – Обнинск: ГС РАН, 2014. – С. 433–447.
11. **Габсатарова И.П., Головкова Л.В., Асманов О.А., Девяткина Л.В. (отв. сост.), Абдуллаева А.Р., Александрова Л.И., Амиров С.Р., Гамидова А.М., Иванова Л.Е., Калоева И.Ю. Киселева О.А., Лещук Н.М., Малянова Л.С., Морозова Я.Н., Мусалаева З.А., Петросян Э.Н., Сагателова Е.Ю., Селиванова Е.А., Цирихова Г.В. (сост.)**. Каталог землетрясений и взрывов Северного Кавказа за 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
12. **Ризниченко Ю.В.** Метод суммирования землетрясений для изучения сейсмической активности // Изв. АН СССР. Сер. геофизическая – 1964. – № 7. – С. 969–977.
13. **Горбунова И.В., Ризниченко Ю.В.** Опыт картирования сейсмической активности по методике суммирования // Физика Земли. – 1965. – № 7. – С. 22–29.
14. **Амиров С.Р. (отв. сост.), Мусалаева З.А., Гамидова А.М., Сагателова Е.Ю., Абдуллаева А.Р.** Каталог (оригинал) землетрясений Дагестана за 1995 г. ($N=146$). – Обнинск: Фонды ГС РАН, 2000. – 3 с.
15. **Амиров С.Р. (отв. сост.), Мусалаева З.А., Гамидова А.М., Сагателова Е.Ю., Абдуллаева А.Р.** Каталог (оригинал) землетрясений Дагестана за 1996 г. ($N=279$). – Обнинск: Фонды ГС РАН, 2001. – 5 с.
16. **Амиров С.Р. (отв. сост.), Мусалаева З.А., Гамидова А.М., Сагателова Е.Ю., Абдуллаева А.Р.** Каталог (оригинал) землетрясений Дагестана за 1997 г. ($N=236$). – Обнинск: Фонды ГС РАН, 2002. – 4 с.
17. **Амиров С.Р. (отв. сост.), Мусалаева З.А., Гамидова А.М., Сагателова Е.Ю., Абдуллаева А.Р.** Каталог (оригинал) землетрясений Дагестана за 1998 г. ($N=215$). – Обнинск: Фонды ГС РАН, 2003. – 4 с.
18. **Амиров С.Р. (отв. сост.), Мусалаева З.А., Гамидова А.М., Сагателова Е.Ю., Абдуллаева А.Р.** Каталог (оригинал) землетрясений Дагестана за 1999 г. ($N=798$). – Обнинск: Фонды ГС РАН, 2004. – 14 с.

19. **Амиров С.Р. (отв. сост.), Мусалаева З.А., Гамидова А.М., Сагателова Е.Ю., Абдуллаева А.Р.** Каталог (оригинал) землетрясений Дагестана за 2000 г. ($N=279$). – Обнинск: Фонды ГС РАН, 2005. – 5 с.
20. **Амиров С.Р. (отв. сост.), Мусалаева З.А., Гамидова А.М., Сагателова Е.Ю., Абдуллаева А.Р.** Каталог (оригинал) землетрясений Дагестана за 2001 г. ($N=366$). – Обнинск: Фонды ГС РАН, 2006. – 7 с.
21. **Амиров С.Р. (отв. сост.), Мусалаева З.А., Гамидова А.М., Сагателова Е.Ю., Абдуллаева А.Р.** Каталог (оригинал) землетрясений Дагестана за 2002 г. ($N=333$). – Обнинск: Фонды ГС РАН, 2007. – 6 с.
22. **Амиров С.Р. (отв. сост.), Мусалаева З.А., Гамидова А.М., Сагателова Е.Ю., Абдуллаева А.Р.** Каталог (оригинал) землетрясений Дагестана за 2003 г. ($N=245$). – Обнинск: Фонды ГС РАН, 2008. – 5 с.
23. **Амиров С.Р. (отв. сост.), Мусалаева З.А., Гамидова А.М., Сагателова Е.Ю., Абдуллаева А.Р.)**. Каталог (оригинал) землетрясений Дагестана за 2004 г. ($N=324$). – Обнинск: Фонды ГС РАН, 2009 – 6 с.
24. **Амиров С.Р. (отв. сост.), Мусалаева З.А., Гамидова А.М., Сагателова Е.Ю., Абдуллаева А.Р.** Каталог (оригинал) землетрясений Дагестана за 2005 г. ($N=424$). – Обнинск: Фонды ГС РАН, 2010. – 8 с.
25. **Амиров С.Р. (отв. сост.), Мусалаева З.А., Гамидова А.М., Сагателова Е.Ю., Абдуллаева А.Р.** Каталог (оригинал) землетрясений Дагестана за 2006 г. ($N=346$). – Обнинск: Фонды ГС РАН, 2011. – 6 с.
26. **Амиров С.Р. (отв. сост.), Мусалаева З.А., Гамидова А.М., Сагателова Е.Ю., Абдуллаева А.Р.** Каталог (оригинал) землетрясений Дагестана за 2007 г. ($N=294$). – Обнинск: Фонды ГС РАН, 2012. – 5 с.