

АЛЬМЕТЬЕВСКОЕ-III ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 29 мая 2008 г. с $M_L=3.6$, $I_0=5$ (Татарстан)

И.П. Габсатарова, Е.А. Бабкова, В.А. Огаджанов, М.Ю. Маслова,

А.В. Огаджанов, Р.С. Михайлова

Геофизическая служба РАН, г. Обнинск, ira@gsras.ru

29 мая 2008 г. в 11^h03^m в юго-восточной части Республики Татарстан примерно в 7 км к западу от Альметьевска произошло землетрясение, названное Альметьевским-III, т.к. ранее известны Альметьевские землетрясения (первое – 20.10.1914 г. с $MLH=2.8$, $I_0=5$ [1], второе – 23.09.1986 г. с $MLH=3.5-3.7$, $I_0=5-6$ [2], для которых составлены карты изосейст).

Инструментальные данные. Альметьевское-III землетрясение было зарегистрировано станциями ГС РАН и других ведомств, работающих в тесном контакте с ГС РАН по вопросам сейсмического мониторинга территории России: Горный Институт УРО РАН (Пермь), Институт экологии и проблем Севера (Архангельск), ФГУП ГНЦ РФ НИИАР (Димитровград). Инструментальные параметры землетрясения были определены в ГС РАН в Обнинске по данным 29 станций, удаленных на расстояния от 1.7° до 62.5°, хорошо окружающих эпицентр (рис. 1).

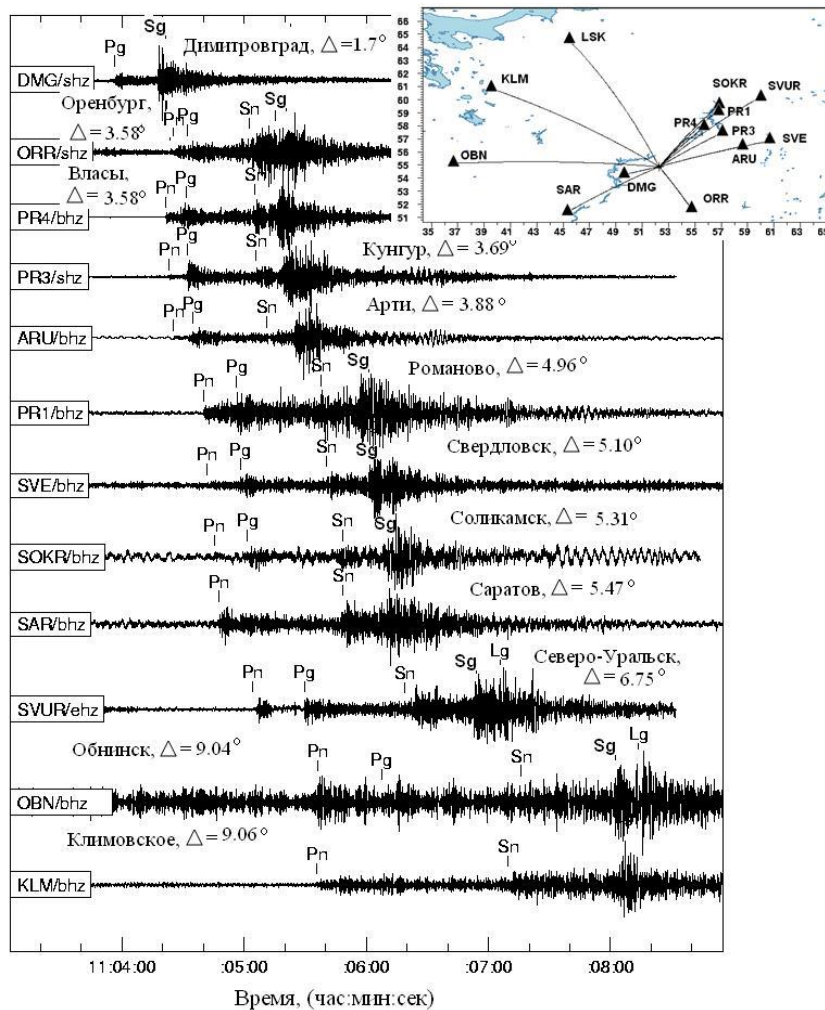


Рис. 1. Сеть сейсмических станций, зарегистрировавших землетрясение 29 мая 2008 г. с $\Delta < 1000$ км, и фрагменты записей станциями сети ГС РАН

По этим данным координаты Альметьевского-III землетрясения составили $\varphi=54.872^\circ\text{N}$ и $\lambda=52.288^\circ\text{E}$ с глубиной $h=0.9$ км. Локальная магнитуда M_L Рихтера, полученная по симулированным под сейсмограф Вуда–Андерсона записям, составила $M_L=3.6$, что в пересчете по формуле Раутиан [3] соответствует $K_{\text{расч}}=11.0$. В любом случае для Европейской платформы это весьма заметное землетрясение, заслуживающее детального описания. Представляет интерес сопоставить эти параметры с таковыми для упомянутого выше Альметьевского-II землетрясения 23.09.1986 г. из [2]: $\varphi=55.05^\circ\text{N}$, $\lambda=52.30^\circ\text{E}$; $I_0=5-6$ баллов; $MLH=3.5-3.7$; $h\approx 10$ км; радиус осязти при $I=3$ баллам $\Delta_3=25-75$ км. Тогда расстояние между их эпицентрами всего 19.8 км.

Альметьевское-III землетрясение локализовано рядом международных агентств, таких как ISC, NEIC, IDC и другими, решения которых собраны в табл. 1.

Таблица 1. Основные параметры землетрясения 29 мая 2008 г. с $M_L=3.6$, $K_{\text{расч}}=11.0$ по данным ГС РАН (Обнинск) в сопоставлении с определениями других агентств

Агентство, источник	t_0 , ч мин с	δt_0 , с	Гипоцентр						Магнитуда	Сеть		
			φ° , N	$\delta\varphi^\circ$ км	λ° , E	$\delta\lambda^\circ$ км	h , км	δh , км		N станций	$\Delta^\circ_{\text{min}}$	$\Delta^\circ_{\text{max}}$
Уточнение в ГС РАН	11 03 24.64	0.392	54.872	3.7	52.288	3.4	0.9	0.8	$M_L=3.6$	29	1.71	62.5
MOS [4]	11 03 21.34	1.48	54.800		52.233		10		$MPSP=3.7/4$	31		
ISC [5]	11 03 23.73	1.28	54.907	5	52.162	3	0f		$m_b=3.8/7$	27	3.93	62.48
NEIC [5]	11 03 24.51	1.26	54.945	5.9	52.034	11.7	10f		$m_b=3.7/4$	23	3.98	57.09
IDC [5]	11 03 24.66	1.08	54.691		51.899		0f		$m_b=3.7/6$, $ML=3.6/7$	27	5.66	62.70
CSEM [6]	11 03 23.60	1.21	55.07	5.9	52.28	11.7	2		$m_b=3.9/4$	46	3.93	57.19
NNC [5]	11 03 33.39	2.01	54.637	33	53.636	25	0		$m_b=3.8/10$	17	4.97	19.59

Наглядное изображение разброса решений эпицентров в плане дано на рис. 2. Как видим, четыре решения (MOS, ISC, NEIC, CSEM) лежат очень компактно, на расстояниях 8–22 км от инструментального эпицентра ГС РАН. Отскакивает на 32 км к юго-западу эпицентр IDC и еще далее, на 90 км к востоку, эпицентр агентства NNC Республики Казахстан. Здесь же малым крестом показан эпицентр Альметьевского-I землетрясения 23.09.1986 г. по [2].

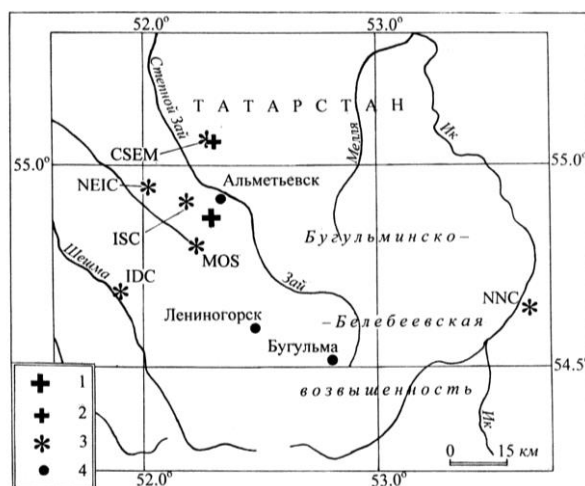


Рис. 2. Решения эпицентра Альметьевского-III землетрясения 29 мая 2008 г. с $M_L=3.6$ по данным разных агентств

1, 2 – инструментальный эпицентр Альметьевского-III и Альметьевского-II землетрясений соответственно; 3 – решения других агентств; 4 – населенный пункт.

Природа землетрясения. Альметьевское-III землетрясение возникло вблизи интенсивно эксплуатируемого Ромашкинского месторождения нефти. Ромашкинское нефтяное месторождение – крупнейшее месторождение Волго-Уральской провинции. Оно находится на юге Та-

тарстана, в Лениногорском районе, в 70 км от г. Альметьевск. По данным Средиземноморского сейсмологического центра, представленного в бюллетене Международного сейсмологического центра ISC, сообщалось в качестве комментария, что это шахтный взрыв (Mining explosion). Это сообщение осталось в бюллетене ISC, несмотря на то, что на оригинальном сайте [6] центра CSEM данные были пересмотрены и этот комментарий был убран. Считаем, что было зарегистрировано все же землетрясение, индуцированное работами по откачке нефти.

Макросейсмические данные. По данным информационного агентства Татаринформ от 29 мая 2008 г. [7], в Лениногорском, Черемшанском, Азнакаевском районах отдельными жителями ощущались слабые колебания почвы в течение 3–5 мин, сравнимые с передвижением тяжелых транспортных средств, что дает основание оценить интенсивность сотрясений в этих районах как 3–4 балла шкалы MSK-64 [8]. В Главном управлении МЧС России по Республике Татарстан пояснили, что после 15^h05^m по Московскому времени толчки практически затихли.

По данным газеты «Казанские ведомости» от 03.06.2008 г. [9], в Альметьевске толчки были ощутимее всего. Первый толчок, еле ощутимый, случился глубокой ночью. Его почувствовали лишь неспящие. Второй произошел в 15^h03^m. Основная часть населения были в это время на работе. У людей было ощущение, что пол в помещениях задвигался под ногами. С полок сыпались предметы, раскачивались люстры.

Люди были перепуганы. Меньше всего интенсивность толчка почувствовали жители 1-го и 2-го микрорайонов г. Альметьевска. Тем не менее и там люди до позднего вечера стояли на улице, боясь заходить в дома. В эту ночь многие альметьевцы перед сном приготовили рядом с постелью теплую одежду и документы на тот случай, если ночью повторится землетрясение. Указанная выше макросейсмическая информация дает основание оценить интенсивность сотрясений в Альметьевске как 4–5 баллов шкалы MSK-64.

Описанные выше данные позволили составить небольшую, но важную для сейсмического районирования таблицу пунктов-баллов (табл. 2).

Таблица 2. Макросейсмические данные об Альметьевском-III землетрясении 26 мая 2008 г. в 11^h03^m с $M_L=3.6$

№	Пункт	Δ , км	φ° , N	λ° , E	Источник
1	4–5 баллов	4	54.89	52.34	[9]
	Альметьевск				
2	3–4 балла	32	54.60	52.46	[7]
	Лениногорск				

№	Пункт	Δ , км	φ° , N	λ° , E	Источник
3	Бугульма	49	54.53	52.78	[7]
4	Азнакаево	49	54.85	53.06	[7]
5	Черемшан	56	54.65	51.51	[7]

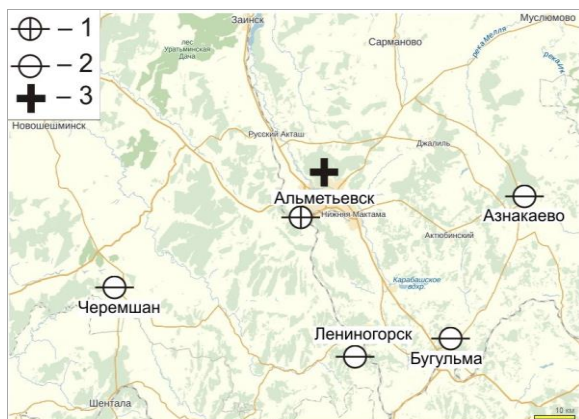


Рис. 3. Карта макросейсмических проявлений Альметьевского-III землетрясения 29 мая 2008 г.

1, 2 – интенсивность сотрясений 4–5 и 3–4 балла соответственно; 3 – инструментальный эпицентр.

Схема распределения в плане описанных выше пунктов-баллов изображена на рис. 3.

Положение инструментального эпицентра хорошо согласуется с макросейсмической информацией об интенсивности сотрясений в ряде населенных пунктов Татарстана (рис. 3).

Можно предположить, что в эпицентре интенсивность сотрясений достигала $I_0=5$ баллов. С другой стороны, интенсивность сотрясений в эпицентре Альметьевского-III земл. трясения можно рассчитать по усредненному уравнению макросейсмического поля для Восточно-Европейской платформы Н.В. Шебалина [10] в виде

$$I_0^p = 1.5 M - 3.5 \lg h + 3.0.$$

При $M=3.6$ и $h=0.9$ имеем $I_0^p=5.4-3.33+3.0=5.07 \sim 5$ баллов.

Представляет интерес сравнить наблюдения и расчет $I_0=5$ баллов с прогнозной картой сейсмического районирования, изображенной ниже тремя фрагментами карты Общего сейсмического районирования ОСР-97 (А, В, С). Территория Республики Татарстан относится к слабосейсмичным территориям (рис. 4) для прогноза на ближайшие 500, 1000 и 5000 лет с вероятностями $P=0.9$, 0.95 и 0.99 соответственно.

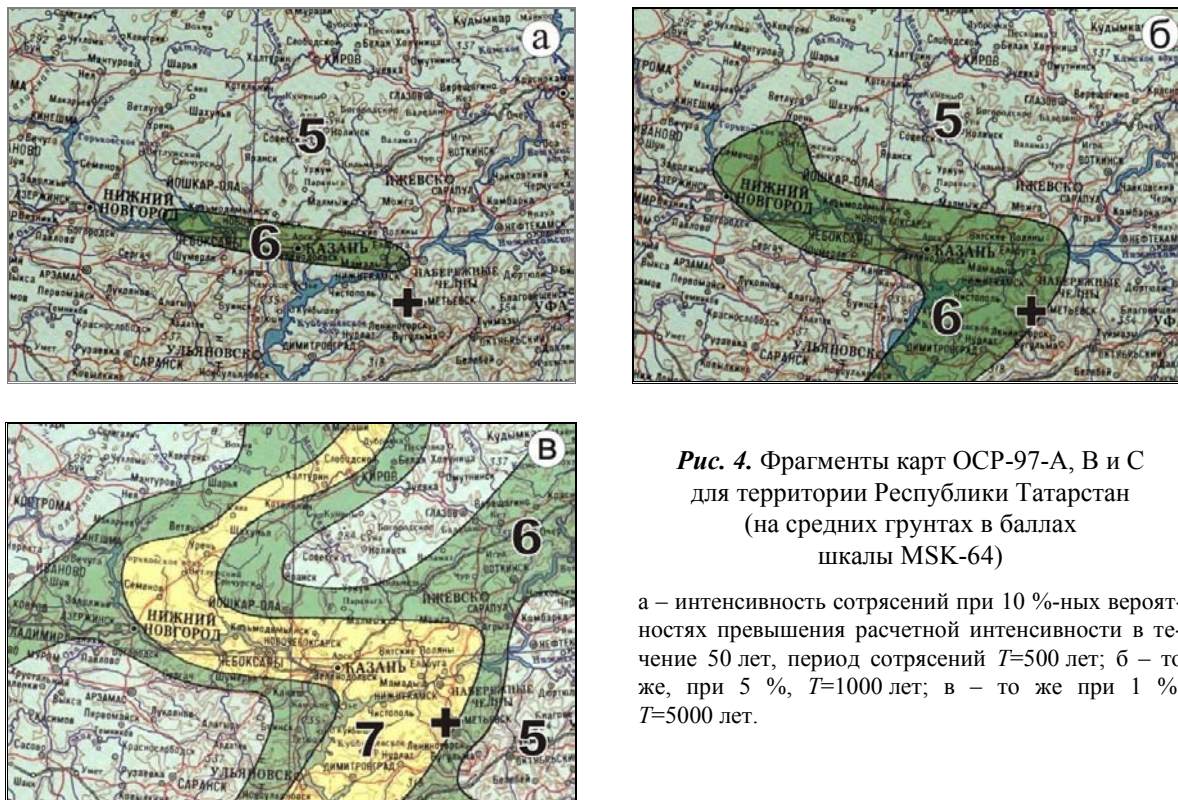


Рис. 4. Фрагменты карт ОСР-97-А, В и С для территории Республики Татарстан (на средних грунтах в баллах шкалы MSK-64)

а – интенсивность сотрясений при 10 %-ных вероятностях превышения расчетной интенсивности в течение 50 лет, период сотрясений $T=500$ лет; б – то же, при 5 %, $T=1000$ лет; в – то же при 1 %, $T=5000$ лет.

Результат сопоставления следующий: на первом фрагменте (рис. 4 а) г. Альметьевск находится в зоне с $I=5$ баллов, на втором (рис. 4 б) – точно на границе изолиний с $I=5$ и $I=6$ баллов, на третьем (рис. 4, в) – $I=7$ баллов, т.е. в случае Альметьевского-III землетрясения точно нет ошибок ни типа «пропуска цели», ни типа «ложной тревоги». Для него расчетная интенсивность сотрясений $I_0=5$ баллов очень хорошо укладывается в самый безопасный – «стандартный» – вариант прогноза.

Тектоника. Район возникновения землетрясения тектонически приурочен к Татарскому своду. Глубина поверхности кристаллического фундамента в данном районе изменяется в диапазоне 1.5–2.0 км. Выделяется серия дизъюнктивных дислокаций северо-восточного простирания, представляющих «возможно сдвиги» с незначительным вертикальным смещением. Согласно [11], в верхах кристаллического фундамента Татарского свода по данным сейсморазведки и бурения выделяются зоны разуплотнения.

Исторические сведения о сейсмичности. Территория Татарстана является одной из наиболее сейсмичных на Восточно-Европейской платформе в конце прошлого и начале нынешнего веков. Сейсмические проявления на территории Татарстана известны давно, имеют свою историю, которая описана в ряде работ [12–16]. Известны ощутимые землетрясения до 6 баллов шкалы MSK-64. Прежде всего, это три землетрясения в районе Казани, произошедшие в 1845, 1865 и 1909 гг., землетрясение в районе г. Елабуги в 1851 г. и землетрясение в 1914 г. [1] южнее нынешнего г. Альметьевска (рис. 5). Их магнитуды оценены в пределах $M=3-4$. Отмечается, что землетрясения территории Татарстана имеют различную природу. Часть землетрясений слабой и средней величины связаны с тектоническими движениями земной коры. Другая часть землетрясений Татарстана связаны с карстовыми и оползневными процессами на его территории, которые не могут, как правило, нести большую сейсмическую энергию.

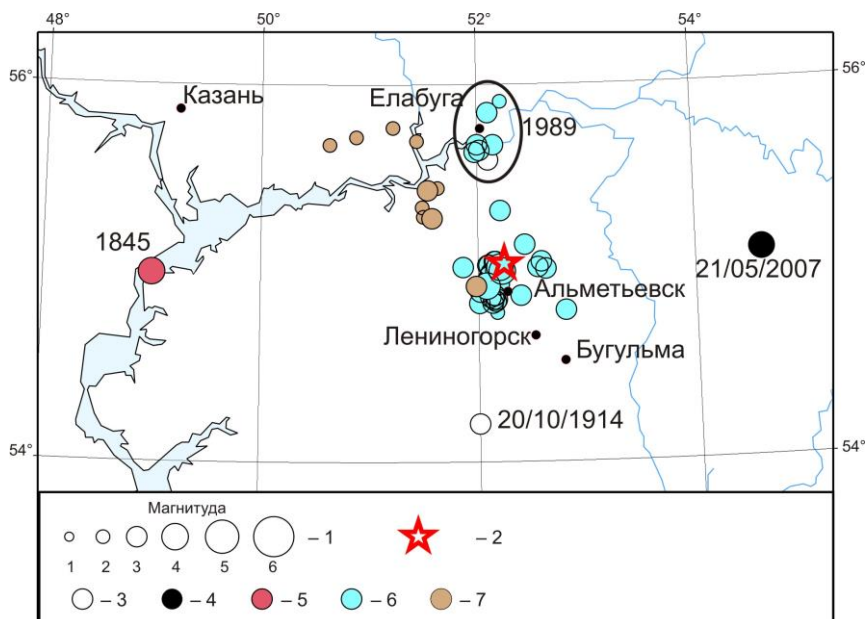


Рис. 5. Положение эпицентров известных землетрясений в Татарстане

1 – магнитуда; 2 – инструментальный эпицентр Альметьевского-III землетрясения 29.05.2008 г. (табл. 1); 3 – эпицентры землетрясений по данным «Специализированного каталога с древнейших времен до 1995 г.» [17]; 4 – по [18]; 5 – по [19]; 6 – по [16]; 7 – по [20].

Особую, техногенную, природу имеют землетрясения, происходящие вблизи Ромашкинского месторождения нефти на юго-востоке Татарстана. Откачка нефти здесь начата в 40-х гг. прошлого столетия. Возбужденная сейсмичность заметно активизировалась в начале 80-х гг., что связано прежде всего с повышением интенсивности добычи и закачки воды, которая ведется под давлением, нередко превышающим начальные пластовые. Начиная с октября 1982 г., здесь ежегодно, вплоть до 1994 г., регистрировались землетрясения с $M=2-4$. Параметры этих землетрясений опубликованы в Каталоге Восточно-Европейской платформы [21]. Описываемое в настоящей статье землетрясение 29 мая 2008 г. сопоставимо с подобным событием 23.09.1986 г. по магнитуде и интенсивности сотрясений.

Л и т е р а т у р а

1. Вейс-Ксенофонтова З.К., Попов В.В. К вопросу о сейсмической характеристике Урала // Труды СИ АН СССР. – № 104. – М.: АН СССР, 1940. – С. 12–23.
2. Ананьин И.В. Альметьевское и Нефтегорское землетрясения // Землетрясения в СССР в 1986 году. – М.: Наука, 1989. – С. 180–183.
3. Раутиан Т.Г. Энергия землетрясений // Методы детального изучения сейсмичности. (Труды ИФЗ АН СССР; № 9(176)). – М.: ИФЗ АН СССР, 1960. – С. 75–114.
4. Сейсмологический бюллетень (ежедекадный) за 2008 год / Отв. ред. О.Е. Старовойт. – Обнинск: ГС РАН, 2008. – URL: http://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic_bulletin/2008/.
5. Bulletin of the International Seismological Centre for 2008. – Thatcham, United Kingdom: ISC, 2010. – URL: <http://www.isc.ac.uk/iscbulletin/search/bulletin/>.
6. Bulletin of European – Mediterranean Seismological Centre. URL: <http://www.emsc-csem.org/Earthquake/earthquake.php?id=87578#scientific>.
7. Информационное агентство Татаринформ.
8. Медведев С.В. (Москва), Шпонхойер В. (Иена), Карник В. (Прага). Шкала сейсмической интенсивности MSK-64. – М.: МГК АН СССР, 1965. – 11 с.
9. Казанские ведомости от 03.06.2008. Выпуск № 104.
10. Шебалин Н.В. Коэффициенты уравнения макросейсмического поля по регионам // Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. – М.: Наука, 1977. – С. 30.

11. **Трофимов В.А.** Сейсморазведка МОГТ при изучении строения докембрийского фундамента востока Русской плиты. – М.: Недра, 1994. – 90 с.
12. **Мушкетов И.В., Орлов А.П.** Каталог землетрясений Российской империи // Записки Русского географического общества. – 26. – Санкт-Петербург: Типография Императорской АН, 1893. – 582 с.
13. **Ананьин И.В.** (отв. сост). XIV. Европейская часть СССР, Урал и Западная Сибирь [1467–1974 гг.; $M \geq 3.0$; $I_0 \geq 4$] // Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. – М.: Наука, 1977. – С. 465–470.
14. **Ананьин И.В.** К вопросу о проявлении некоторых землетрясений в восточной части Восточно-Европейской платформы // Вопросы инженерной сейсмологии. – 1988. – № 29. – С. 119–124.
15. **Мирзоев К.М., Степанов В.П., Щукин Ю.К., Грачев А.Ф., Юнга С.Л., Никонов А.А., Лукк А.А.** Схема сеймотектонического районирования территории Татарстана, М: 1:500 000. – Казань: Фонды АО «Татнефть», 1996. – 179 с.
16. **Мирзоев К.М., Рахматуллин М.Х., Гатиятуллин Р.Н.** Татарстан (с древнейших времен по 1994 г.) // Землетрясения Северной Евразии в 1994 году. – Обнинск: ГС РАН, 2000. – С. 44–56.
17. **Уломов В.И.** Специализированный каталог землетрясений Северной Евразии для общего сейсмического районирования территории Российской Федерации (СКЗ ОСР-2012) / Отв. ред. В.И. Уломов. – URL: http://seismorus.ru/eq/spec_catalog
18. **Габсатарова И.П., Голубева И.В., Дягилев Р.А., Маловичко Д.А., Надёжка Л.И., Санина И.А.** (отв. сост.), **Бабкова Е.А., Белевская М.А., Верхоланцева Т.В., Гочаров А.И., Константиновская Н.Л., Куликов В.И., Нахшина Л.П., Нестеркина М.А., Пивоваров С.П., Прокудина А.В., Старикович Е.Н., Хабло О.А.** V.2. Восточно-Европейская платформа, Урал и Западная Сибирь ($M \geq 1.3$) // Землетрясения России в 2008 году. – Обнинск: ГС РАН, 2010. – С. 142–143.
19. **Огаджанов В.А., Чепкунас Л.С., Михайлова Р.С., Соломин С.В., Усанова А.В.** О каталоге землетрясений Среднего и Нижнего Поволжья // Землетрясения Северной Евразии в 1996 году. – Обнинск: ГС РАН, 2001. – С. 119–127.
20. **Аракелян Ф.О., Затикян Р.А., Магикян С.Т., Вандышева Н.В.** Землетрясения в районах Татарской и Башкирской АЭС за 1988–1990 гг. // Землетрясения в СССР в 1989 году. – М.: Наука, 1993. – С. 199–205.
21. **Землетрясения и микросейсмичность в задачах современной геодинамики Восточно-Европейской платформы.** Кн. 1. Землетрясения. – Петрозаводск: ГС РАН, КНЦ, 2007. – С. 381.