

РЕСПУБЛИКА КОМИ

В.В. Удоратин,¹ Н.Н. Носкова¹, В.И. Французова^{2,3}, Я.В. Конечная^{2,3}¹Институт геологии Коми научного центра УрО РАН,
г. Сыктывкар, udoratin@geo.komisc.ru, noskova@geo.komisc.ru²Геофизическая служба РАН, сектор сейсмического мониторинга Севера Русской плиты,
г. Архангельск, arh-seismo@yandex.ru³Институт экологических проблем Севера УрО РАН,
г. Архангельск, vifrancuzova@gmail.com

Республика Коми представлена в выпусках сборников «Землетрясения Северной Евразии» только второй раз. Первое рассмотрение было выполнено в [1], помещенной в Сборнике-2005 [2], где описана история инструментальных наблюдений в республике и приведены сведения о всех землетрясениях на ее территории. Список известных к тому времени землетрясений содержал 14 событий (табл. 1, рис. 1). Из рис. 1 видно, что одно землетрясение локализовано на севере республики, два – на р. Печора возле Ижмы, одно – на границе с Архангельской областью на р. Мезень, остальные землетрясения – на юге республики, в районе г. Сыктывкара, включая известное Сысольское 1939 г. Землетрясение 1910 г. оказалось первым документально зафиксированным на территории Республики Коми. Самое же крупное из сотрясений Восточно-Европейской платформы произошло 13 января 1939 г. – интенсивность Сысольского землетрясения достигала 7 баллов, пятибалльные колебания ощущались в Шошке, Визинге, Куратово и Кажыме [3]. Последним в списке было самое северное ощутимое Воркутинское землетрясение 23 мая 2005 г., в 30 км северо-восточнее г. Воркута.

Таблица 1. Известные землетрясения на территории Республики Коми за 1910–2008 гг.

№	Дата, д м год (Название)	t_0 , ч мин с	Гипоцентр			M	I , баллы	Район	Источ- ник
			φ° , N	λ° , E	h , км				
1	01.01.1910	20 — —	63.9 _м	55.5 _м				[3]	
2	20.04.1914	19 — —	65.5 _м	53.5 _м			4	[3]	
3	1914–1915	— — —	66.0 _м	55.0 _м			4–5	[3]	
4	13.01.1939 (Сысольское, 1-й толчок)	16 48 — 16 47 12.4	60.63 60.38	51.78 51.47	10	$K_p=12/2$ $M(K)=4.5$	7	Республика Коми, Койгородский р-н	[3–5] [6]
5	13.01.1939 2-й толчок	16 51 —	61.0 _м	50.0 _м		~3.5	6		[6]
6	18.01.2000 (Кировское (Верхо- шижемское))	04 05 40.7	58.2 _м	49.0 _м	10	4.0*	5	Кировская обл. Верхошижемский р-н	[3, 7]
7	25.02.2002 (Вашкинское)	18 38 09.2	64.63	47.10		3.4		На границе Республики Коми с Архангельской обл., в междуречье Мезени и Вашки	[3]
8	09.11.2002 (Койгородское)		60.35	50.17	30–40	3.6		Республика Коми, Койгородский р-н	[3]
9	18.05.2004 (Нагорское)	15 59 18.3 15 59 20.0	59.35 59.40	50.96 50.70	10	3.6 4.3 MPSP		Кировская обл., Нагорский р-н	[3], [8]
10	17.09.2004	03 26 34.6	~62.	~51.25				Форшок к №12	
11	17.09.2004	13 00 35.2	~62.61	~51.25				Форшок к №12	

№	Дата, д м год (Название)	t_0 , ч мин с	Гипоцентр			M	I , баллы	Район	Источ- ник
			φ°, N	λ°, E	h , км				
12	17.09.2004 (Емвинское)	18 58 08	62.61	51.25	10	3.8	Республика Коми, Княжпогостский р-н	[3]	
		18 58 02.7	62.85	51.26	11	3.5 <i>PERM</i>		[8]	
13	23.05.2005 (Воркутинское)	19 17 11	67.71	64.49		2.5–3	Республика Коми, в 30 км от Воркуты	[3]	
		19 17 12.6	67.75	64.19	10	3.6 <i>MPSP</i>		[9]	
14	22.09.2008	23 21 04.4	60.58	51.04		3.3 <i>ML</i>	Республика Коми, Койгородский р-н		

Примечание. Нижним индексом « m » отмечены макросейсмические данные; курсивом набраны параметры из сборников «Землетрясения России...» [8, 9].

Согласно [10, 11], в последующие два года – 2006–2007 – землетрясений в Республике Коми не было. Новое землетрясение, описываемое в настоящей статье, зарегистрировано в 2008 г. [12]. Оно произошло 22 сентября в 23^h21^m на юге Республики Коми, в Койгородском районе недалеко от Сысольского землетрясения (рис. 1). Его величина характеризуется энергетическим классом $K_p=8.9$. Рассмотрим ситуацию более детально.

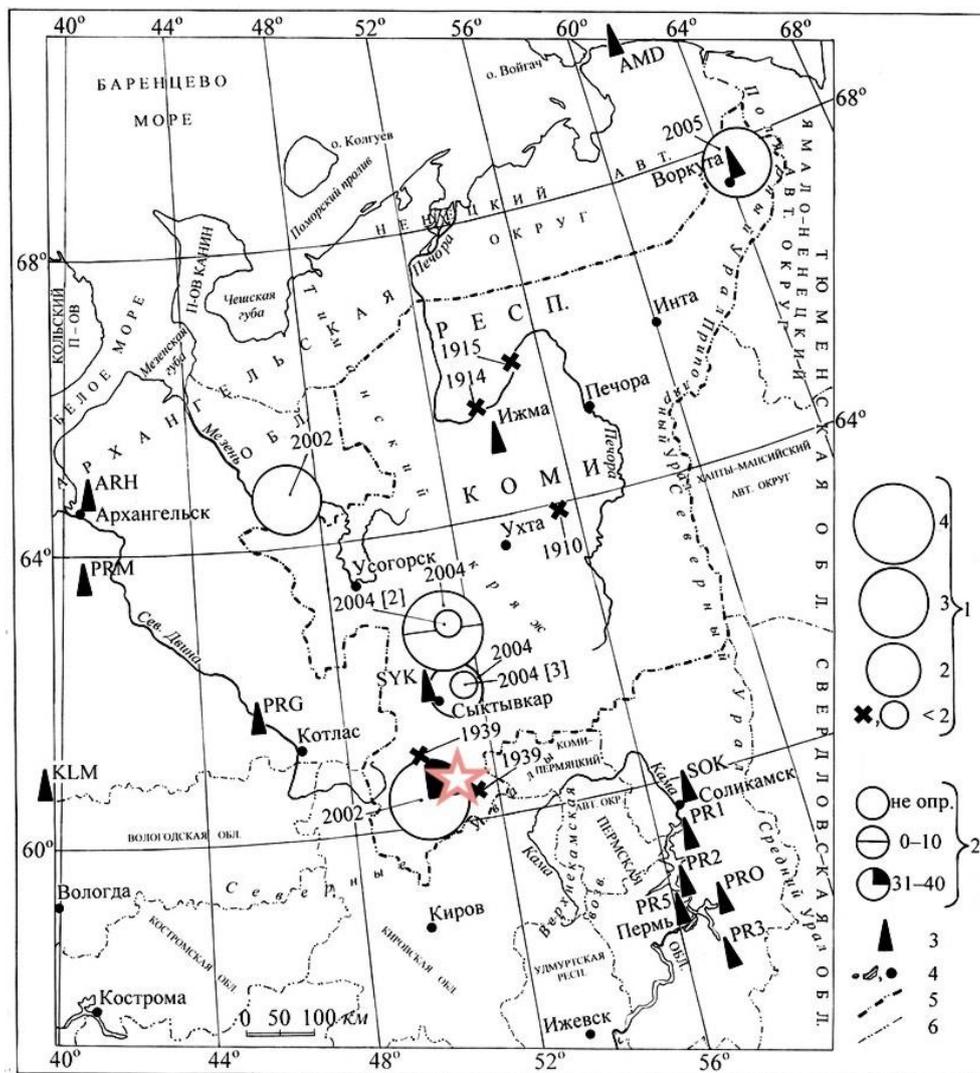


Рис. 1. Карта эпицентров землетрясений в Республике Коми за 1910–2008 гг.

1 – магнитуда землетрясений (косым крестом отмечены все землетрясения до 2000 г.); 2 – глубина гипоцентра h , км; 3 – сейсмическая станция; 4 – населенный пункт; 5, 6 – административная граница Республики Коми и соседних территорий соответственно.

Сеть станций Коми к 2005 г. состояла из двух станций: «Сыктывкар» с 1995 г. и «Ижма» с 2003 г. К 2008 г. станция «Ижма» была закрыта. Аналоговая станция «Сыктывкар» с 2002 г. стала цифровой.

Локальная станции «Воркута» была установлена Институтом динамики геосфер РАН в 2007 г. для контроля и предупреждения геодинамических явлений на шахте «Комсомольская» Воркутинского угольного месторождения [13]. Станция автономная и решает исключительно локальные задачи. В сейсмическом мониторинге всей территории республики она не участвует.

В обработке сейсмического события 22 сентября 2008 г. в результате использовались исключительно сейсмические станции соседних территорий – Архангельской области [14] и Пермского края [15] (табл. 2 и 3).

Таблица 2. Цифровые сейсмические станции, расположенные в пределах Республики Коми и прилегающих территорий (Архангельская область, Пермский край)

№	Станция			Дата открытия	Координаты			Тип грунтов
	Название	Код			φ°, N	λ°, E	h, м	
		межд.	рег.					
1	Сыктывкар	SYKR	SYK	01.03.1996	61.64	50.73	155	Пески, глины, суглинки, супеси
2	Архангельск	ARHR	ARH	01.11.2002	64.55	40.51	23	Рыхлые отложения
3	Климовская	KLMR	KLM	06.10.2004	60.85	39.52	157	Валунно-галечниковые отложения, глины, пески
4	Тамица	TMCR	TMC	28.11.2003	64.16	38.04	23	Валунно-галечниковые отложения, глины, пески
5	Пермогорье	PRGR	PRG	27.11.2003	61.63	45.63	84	Аргиллиты, песчаники, известняки
6	Пермилово		PRM	28.11.2005	63.62	40.52	52	
7	Соловки	SLVR	SLV	26.10.2007	65.02	35.71	8	
8	Лешуконское	LSH	LSH	18.10.2006	64.87	45.73	60	
9	Романово	PR1R	PR1	18.08. 2000	59.18	56.74	150	Глина
10	Добрянка	PR2R	PR2	04.02. 2002	58.55	56.19	120	Суглинок
11	Кунгур	PR3R	PR3	03.04. 2003	57.44	57.01	116	Гипс
12	Власы	PR4R	PR4	07.02. 2006	57.91	55.68	152	Суглинок
13	Соликамск	SOKR	SOKR	25.10. 2002	59.60	56.79	-120	Соляной массив

Таблица 3. Данные об аппаратуре цифровых станций, расположенных в пределах Республики Коми и прилегающих территорий (Архангельская область, Пермский край)

Название станции	Тип АЦП и датчиков	Перечень каналов	Частотный диапазон, Гц	Частота опроса данных, Гц	Эффективная разрядность АЦП	Чувствительность, велосигграф, отсчет/(м/с)
Сыктывкар	SDAS CM-3-KB	BH(Z, N, E) v	0.5–16	40	16	$1.08 \cdot 10^{10}$
Архангельск	SDAS CM-3-KB	SH(Z, N, E) v SL(Z, N, E) v	0.5–7	20	16	$2.00 \cdot 10^{10}$ $2.63 \cdot 10^{10}$
Климовская	SDAS CM-3-KB CM-3-OC	SH(Z, N, E) v SL(Z, N, E) v BH(Z, N, E) v BL(Z, N, E) v	0.5–16 0.02–7	40 20	16 16	$1.08 \cdot 10^{10}$ $3.38 \cdot 10^8$ $7.19 \cdot 10^9$ $2.24 \cdot 10^8$
Пермогорье	SDAS CM-3-KB	SH(Z, N, E) v SL(Z, N, E) v	0.5–16	40	16	$1.09 \cdot 10^{10}$ $3.41 \cdot 10^8$
Тамица	SDAS CM-3-KB	SH(Z, N, E) v SL(Z, N, E) v	0.5–16	40	16	$1.08 \cdot 10^{10}$ $3.36 \cdot 10^8$
Пермилово	GSR-24 CMG-40T-1	S(Z, N, E) v	1–20.6	50	24	$1.05 \cdot 10^6$
Соловки	GSR-24 CMG-40T-1	SH(Z, N, E) v	1–20.6	50	24	$4.06 \cdot 10^{14}$

Название станции	Тип АЦП и датчиков	Перечень каналов	Частотный диапазон, Гц	Частота опроса данных, Гц	Эффективная разрядность АЦП	Чувствительность, велосиграф, отсчет/(м/с)
Лешуконское	GSR-24 CMG-3ESP	BH(Z, N, E) v	0.033–20.6	50	24	$1.05 \cdot 10^6$
Романово	SDAS CM-3-KB CM-3-OC	BH(Z, N, E) v	0.5–7	2	16	$(3.0, 2.69, 2, 2.25) \cdot 10^9$
		BL(Z, N, E) v	0.5–7	20	16	$(1.22, 1.26, 1, 31) \cdot 10^9$
		EH(Z, N, E) v	0.5–30	100	16	$(3.08, 2.07, 2, 26) \cdot 10^9$
		EL(Z, N, E) v	0.5–30	100	16	$(1.22, 1.26, 1, 31) \cdot 10^7$
Добрянка	SDAS CM-3-KB CM-3-OC	BH(Z, N, E) v	0.5–7	20	16	$2.5 \cdot 10^9$
		BL(Z, N, E) v	0.5–7	20	16	$1.95 \cdot 10^7$
		EH(Z, N, E) v	0.5–30	100	16	$2.5 \cdot 10^9$
		EL(Z, N, E) v	0.5–30	100	16	$1.95 \cdot 10^7$
Кунгур	SDAS CM3-KB CM3-OC	BH(Z, N, E) v	0.5–7	20	16	$3.47 \cdot 10^8$
		BL(Z, N, E) v	0.5–7	20	16	$1.08 \cdot 10^7$
		SH(Z, N, E) v	0.5–14	40	16	$3.47 \cdot 10^8$
		SL(Z, N, E) v	0.5–14	40	16	$1.08 \cdot 10^7$
Власы	SDAS CM3-KB	BH(Z, N, E) v	0.5–7	20	16	$(1.76, 1.42, 1.17) \cdot 10^9$
		BL(Z, N, E) v	0.5–7	20	16	$(1.10, 0.89, 0.73) \cdot 10^8$
Соликамск	SDAS CM3-OC CM3-KB	BH(Z, N, E) v	0.02–7	20	16	$3.26 \cdot 10^7$
		BL(Z, N, E) v	0.5–30	200	16	$8.60 \cdot 10^7$
		EH(Z, N, E) v VL(Z, N, E) v	0.5–30	200	16	$8.60 \cdot 10^7$

Были использованы данные, полученные на сейсмических станциях «Климовская» и «Пермогорье» (Архангельская сеть), «Романово», «Добрянка», «Соликамск» (Пермская сеть), «Оренбург». Волновые формы этого землетрясения представлены на рис. 2, бюллетень сейсмических станций, зарегистрировавших землетрясение, – в табл. 4.

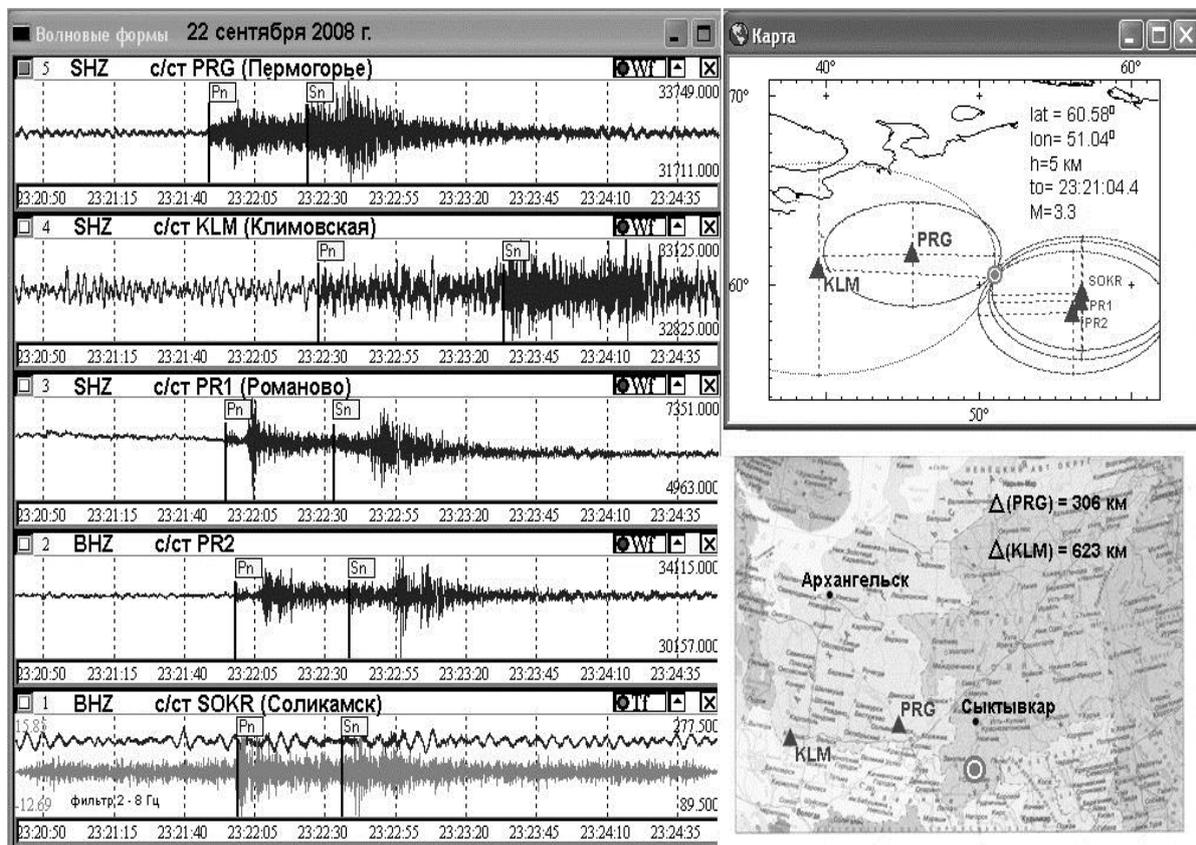


Рис. 2. Волновые формы землетрясения 22 сентября 2008 г.

Таблица 4. Сейсмический бюллетень землетрясения 22 сентября 2008 г.

Код станции	Фаза	Дата	t_0 , ч мин с	Δ°	AZM	A , мкм	T , с	Магнитуда
PRG*	Pn	22.09.2008	23 21 48.595	2.76	288.2			
PRG*	Sn	22.09.2008	23 22 23.220	2.76		0.07	0.35	$ML=3.2$
PR1**	Pn	22.09.2008	23 21 54.000	3.11				
PR1**	Sn	22.09.2008	23 22 32.547	3.11				
PR2**	Pn	22.09.2008	23 21 58.132	3.24				
PR2**	Sn	22.09.2008	23 22 38.070	3.24				
SOKR**	Pn	22.09.2008	23 21 58.281	3.01				
SOKR**	Sn	22.09.2008	23 22 35.641	3.01				
KLM*	Pn	22.09.2008	23 22 26.878	5.62				
KLM*	Sn	22.09.2008	23 23 32.721	5.62		0.02	0.25	$ML=3.4$
PRM*	Pn	22.09.2008	23 22 32.769					
PRM*	Sn	22.09.2008	23 23 42.404					
ORR***	Pn	22.09.2008	23 23 21.542	9.17				
ORR***	Sn	22.09.2008	23 25 06.693	9.17				

Примечание. Знаками *, **, *** отмечены данные станций Архангельской сети, Пермской сети и станции «Оренбург».

При обработке данного события с использованием лишь записей двух станций Архангельской сети («Климовская» и «Пермогорье», находящиеся в совместном ведении Геофизической службы РАН и Института экологических проблем Севера УрО РАН) возникли сложности в локации эпицентра, в связи с чем были привлечены записи сейсмических станций сопредельных территорий: «Романово», «Добрянка», «Соликамск» (Пермская сеть) и «Оренбург». В результате совместной обработки эпицентр рассматриваемого события лоцирован примерно в 100 км южнее г. Сыктывкар, вблизи границы Республики Коми и Кировской области (рис. 1) с параметрами $t_{01}=23^h21^m04.4^s$, $\varphi_1=60.58^\circ N$, $\lambda_1=51.04^\circ E$ и магнитудой $ML=3.3$. По данным обработки Пермской сети эпицентр этого события ($\varphi_2=60.32^\circ N$, $\lambda_2=51.01^\circ E$ [16]) незначительно отличается от полученного нами (расстояние между эпицентрами менее 30 км). Расположение эпицентра землетрясения показано на рис. 2. Кинематические и динамические параметры землетрясения 22 сентября приведены в табл. 5 вместе с решениями служб в Обнинске [12] и Перми [17].

Таблица 5. Основные параметры землетрясения 22 сентября 2008 г. по результатам обработки различных обрабатывающих центров

Код сети	t_0 , ч мин с	δt_0 , с	Гипоцентр						Магнитуда	Источник
			φ°, N	$\delta\varphi^\circ$	λ°, E	$\delta\lambda^\circ$	h , км	δh , км		
Наст. ст.	23 21 04.4		60.58		51.04				$ML=3.3/2$	[18]
OBN	23 21 02.8	0.8	61.04	0.10	51.32	0.07	20	5	$K_p=8.9$, $ML_{PERM}=3.3$, $M_{расч}=2.8$ OBN	[12]
PERM	23 21 06.0		60.32		51.01		5	3	$ML_{PERM}=2.9^*$	[17]

Примечание. Знаком * отмечено пересмотренное относительно [12] значение магнитуды ML_{PERM} из соответствующего каталога землетрясений Урала в наст. сб. [17].

Сеймотектоническая позиция очага. Территория Республики Коми находится в области сочленения трех крупных структур: северо-восточная часть Русской плиты Восточно-Европейской платформы, Печорской плиты (включая Тиманское поднятие), а также Урала. Очаг землетрясения 22 сентября 2008 г. приурочен к Кировско-Кажимскому авлакогену северо-восточного окончания Волго-Уральской антеклизы Русской плиты.

В результате подробного анализа всего разностороннего геолого-геофизического материала по глубинному строению, неотектонической активности, дизъюнктивной тектоники, местоположения очагов известных землетрясений были выделены наиболее потенциально активные в сейсмическом отношении зоны Республики Коми [19, 20]. К ним относится

Кировско-Кажимская зона сейсмической интенсивности, она соответствует Кировско-Кажимскому авлакогену и прилегающим к нему Сысольскому, Коми-Пермяцкому, Котельничскому и Татарскому сводам. В этой области отмечается повышенная плотность разломной сети. Здесь происходит резкое погружение кристаллического фундамента с поднятий в авлакоген по системе ступенеобразных сбросов, осложненных сдвигами, обусловленными погружением северной части авлакогена в Вычегодский прогиб. Границами этого прогиба также являются крупноамплитудные разрывные нарушения. Эти древние разломы динамически мобильны и в наше время. В неотектоническом плане это область разнонаправленного движения структур второго порядка. Геофизические поля здесь характеризуются контрастными аномалиями. Вдоль узких полосовых аномалий магнитного поля, трассирующихся в меридиональном и северо-восточном направлениях, выделяются тектонические нарушения. Именно здесь может происходить сброс всех напряжений, что подтверждается, в частности, описываемым землетрясением 22 сентября 2008 г., оно попадает в 7-балльную зону (рис. 3).

Как следует из анализа табл. 1 и карты эпицентров на рис. 3, очаги землетрясений приурочены в основном к Кировско-Кажимскому авлакогену и зонам сочленения его с прилегающими структурами.

Регистрация сейсмических событий в исследуемом регионе (табл. 1) свидетельствует о неотектонической и сейсмической активизации на современном этапе. Таким образом, с созданием локальных сейсмологических сетей вблизи Кировско-Кажимского авлакогена появилась возможность проводить мониторинг геодинамики и тем самым усилить контроль за сейсмичностью в районах расположения важных промышленных объектов.

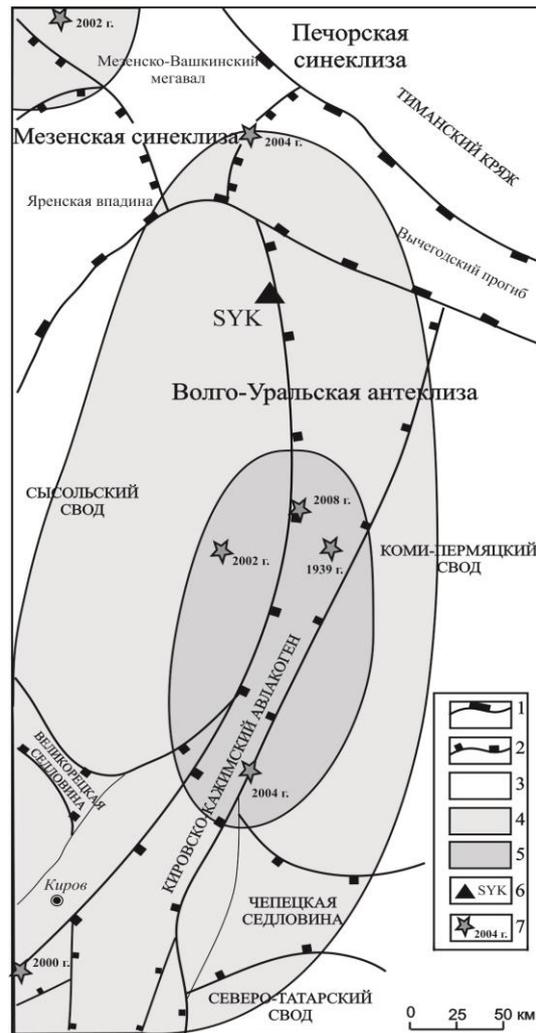


Рис. 3. Схема тектонического и сейсмического районирования Республики Коми и прилегающих территорий [20]:

1 – границы надпорядковых структур; 2 – границы структур первого порядка; 3 – зона сейсмической интенсивности <5 баллов; 4 – зона сейсмической интенсивности 6 баллов; 5 – зона сейсмической интенсивности 7 баллов; 6 – сейсмическая станция «Сыктывкар»; 7 – местоположение очагов землетрясений с указанием года.

Л и т е р а т у р а

1. Удоратин В.В., Михайлова Р.С. Республика Коми, 2001–2005 // Землетрясения Северной Евразии, 2005 год. – Обнинск: ГС РАН, 2011. – С. 259–268.
2. Землетрясения Северной Евразии, 2005 год. – Обнинск: ГС РАН, 2011. – 491 с.
3. Удоратин В.В. Тимано-Печорская область (Республика Коми) // Землетрясения и микросейсмичность в задачах современной геодинамики Восточно-Европейской платформы. Книга 1. Землетрясения. – Петрозаводск: ГС РАН, ИГ КНЦ, 2007. – С. 219–233/
4. Сейсмологический бюллетень сети опорных сейсмических станций СССР (за январь 1939 г.) – М.; Л: АН СССР. – 1939. – № 1. – 8 с.

5. **Никонов А.А., Чепкунас Л.С., Удоратин В.В.** Сысольское землетрясение 13 января 1939 г. на Русском Севере (ревизия данных) // Геология Европейского Севера России (Труды Института геологии Коми науч. центра УрО РАН. Вып. 108). – М.: Наука, – 2001. – С. 29–43.
6. **Никонов А.А., Чепкунас Л.С.** Сысольское землетрясение 13 января 1939 г. на Русской плите (уточнение параметров) // Вопросы инженерной сейсмологии. – 2009. – 36. – № 4. – С. 25–41.
7. **Габсатарова И.П., Чепкунас Л.С.** Верхошижемское землетрясение 18 января 2000 года с $M_{PSP}=4.0$, $K_r=11.2$, $I_0=5$ (Кировская область) // Землетрясения Северной Евразии в 2000 году. – Обнинск: ГС РАН, 2006. – С. 230–235.
8. **Каталог землетрясений и взрывов Восточно-Европейской платформы, Урала и Западной Сибири** // Землетрясения России в 2004 году. – Обнинск: ГС РАН, 2007. – С. 68–74.
9. **Каталог землетрясений Восточно-Европейской платформы, Урала и Западной Сибири** // Землетрясения России в 2005 году. – Обнинск: ГС РАН, 2007. – С. 96.
10. **Болдырева Н.В., Габсатарова И.П., Голубева И.В. и др.** Каталог землетрясений Восточно-Европейской платформы, Урала и Западной Сибири // Землетрясения России в 2006 году. – Обнинск: ГС РАН, 2009. – С. 117.
11. **Габсатарова И.П., Голубева И.В., Надёжка Л.И. и др.** Каталог землетрясений Восточно-Европейской платформы, Урала и Западной Сибири ($M \geq 1.2$) // Землетрясения России в 2007 году. – Обнинск: ГС РАН, 2009. – С. 131.
12. **Габсатарова И.П., Голубева И.В., Дягилев Р.А. и др.** ($M \geq 1.3$) Каталог землетрясений Восточно-Европейской платформы, Урала и Западной Сибири // Землетрясения России в 2008 году. – Обнинск: ГС РАН, 2010. – С. 142–143.
13. **Беляева Л.И., Гончаров А.И., Иванов Н.В., Куликов В.И.** Возможные катастрофические явления в Воркутинском угольном бассейне // Проблемы взаимодействующих геосфер. – М.: ГЕОС, 2009. – С. 155–163.
14. **Французова В.И., Конечная Я.В.** Архангельская область. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
15. **Маловичко А.А., Дягилев Р.А., Маловичко Д.А., Верхованцева Т.В., Верхованцев Ф.Г., Голубева И.В.** Урал. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
16. **Каталоги землетрясений и прочих сейсмических событий Урала** [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pts.mi-perm.ru/region/catalogs.htm>.
17. **Голубева И.В., Дягилев Р.А., Маловичко Д.А. (отв. сост.), Белевская М.А., Варлашова Ю.В., Старикович Е.Н.** Каталог землетрясений, горных и горно-тектонических ударов на территории Пермского края и прилегающих районов за 2008 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
18. **Носкова Н.Н., Конечная Я.В.** Каталог землетрясений Республики Коми за 2008 г. ($N=1$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
19. **Носкова Н.Н., Удоратин В.В.** Тектоническая активизация Кировско-Кажимского авлакогена // Структура, вещество, история литосферы Тимано-Североуральского сегмента: материалы 17-й научной конференции. – Сыктывкар: Геопринт, 2008. – С. 183–184.
20. **Удоратин В.В., Югова Н.Н.** Современные землетрясения северо-востока Восточно-Европейской платформы // Отечественная геология. – 2006. – № 3. – С. 63–70.