

Восточно-Европейская платформа, Урал и Западная Сибирь

¹В.Э. Асминг, ¹С.В. Асминг, ¹С.В. Баранов, ²Ф.Г. Верховлаццев, ³И.П. Габсатарова, ²И.В. Голубева, ³Р.А. Дягилев, ⁴В.В. Карпинский, ³Ю.Н. Коломиец, ^{5,6}Я.В. Конечная, ⁷Л.И. Надёжка, ⁸М.Ю. Нестеренко, ⁹Н.Н. Носкова, ⁷С.П. Пивоваров, ³С.Г. Пойгина, ¹⁰И.А. Санина

¹КоФ ФИЦ ЕГС РАН, г. Апатиты; ²ФИЦ ЕГС РАН, г. Пермь; ³ФИЦ ЕГС РАН, г. Обнинск;
⁴ФИЦ ЕГС РАН, г. Санкт-Петербург; ⁵ФИЦ ЕГС РАН, г. Архангельск; ⁶ФГБУН ФИЦКИА
УрО РАН, г. Архангельск; ⁷ФИЦ ЕГС РАН, г. Воронеж; ⁸ОФИЦ УрО РАН, г. Оренбург;
⁹ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар; ¹⁰ИДГ РАН, г. Москва

Сеть сейсмических станций в районах слабой сейсмичности, к которым относятся территории Восточно-Европейской платформы (ВЕП), Урала и Западной Сибири, состояла из 47 станций, двух сейсмических микрогрупп и одной сейсмоинфразвуковой группы, принадлежащих ФИЦ ЕГС РАН и другим ведомствам [1], участвующим в сейсмическом мониторинге этих территорий (табл. I.9, I.10), в т.ч. шести станций «ГИ УрО РАН» (код сети MIRAS), четырех – ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН (сеть FCIAR), трех – ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН (сеть IGKR), а также одной станции и одной микрогруппы ИДГ РАН (сеть IDG), результатами обработки которых в 2021 г. был дополнен каталог региона (табл. I.9). Кроме того, в сейсмическом мониторинге Республики Карелия принимал участие ИГ КарНЦ РАН с сетью из четырех станций (сеть IGKRC) [2, табл. III.2].

Общая конфигурация сети сейсмических станций в регионе показана на рис. I.7.

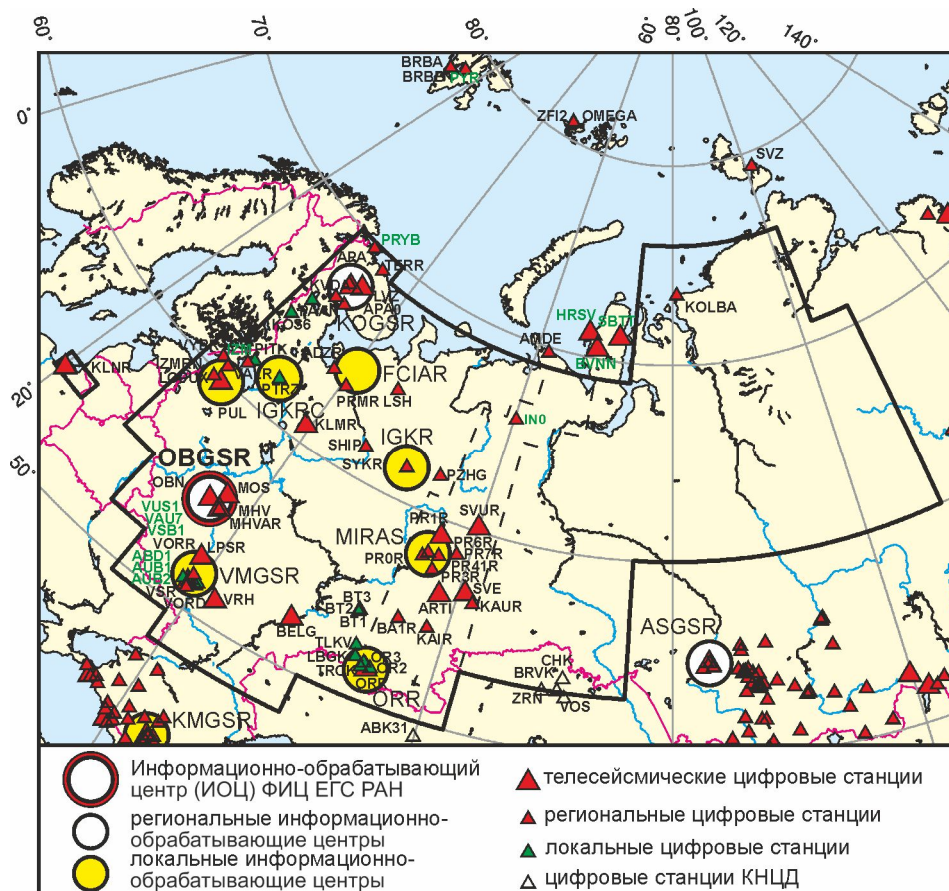


Рис. I.7. Сейсмические станции на Восточно-Европейской платформе, Урале и в Западной Сибири в 2021 г.

Черный шрифт – международные коды центров и станций,
зеленый шрифт – региональные коды станций

Таблица 1.9. Сведения о сейсмических станциях на Восточно-Европейской платформе и Урале

№	Сейсмическая станция			Дата открытия–закрытия (модернизации ¹) [перерыв в работе]	Координаты и высота над уровнем моря			Подпочва	Тип оборудования
	название станции, код сети	код			φ, °N	λ, °E	h, м		
		международный	региональный						
1	Андозеро OBGSR, FCIAR	ADZR	ADZ	06.11.2015 (18.12.2019)	63.929	38.285	51	Валунно-галечниковые отложения, глины, пески	CMG-3ESPC+ Centaur-3
2	Апатитская группа KOGSR	APA0 APA1 APA2 APA3	APO	01.10.1992	67.606 67.608 67.605 67.606	32.992 32.993 32.997 32.988	240	Метагаббро	GS-1
3	Апатиты KOGSR	APA	APA	01.07.1956	67.569	33.405	182	Метагаббро-диабазы	CMG-3ESPC
4	Арти* ² OBGSR, IMS СТВТО	ARU ARTI	ARU ARTI	01.11.1970; 27.09.2009– 06.09.2018; 09.09.2018	56.430 56.429 56.388	58.563 58.562 58.385	250 260 350	Суглинок Скальные породы – песчаники	STS-1, STS-2.5, FBA-23+ Q330-HR
5	Белогорное OBGSR, IMS СТВТО	BELG	BELG	21.05.2014	52.392	47.625	121	Меловые отложения	CMG-3TB+ CMG-DM24S3AM
6	Валаам OBGSR (сейсмо-инфразвуковая группа)	VALR VALR	VAL VALR	18.06.2006; 09.06.2012; 13.06.2016	61.359 61.361 61.361	30.884 30.887 30.887	39 24 24	Габбродолерит Габбродолерит	CM-3KB+ SDAS; L-card E-24, MA-201 BSWA-Tech, MPA-231 BSWA-Tech
7	Верхнечусовские Городки MIRAS	PR0R	PR0R	24.10.2003 (23.12.2020)	58.199	57.141	121	Глина	CM-3KB+ Ермак-5
8	Власы MIRAS	PR4R PR41R	PR4R PR41R	31.03.2006; 21.10.2020	57.914 57.912	55.678 55.680	144 136	Суглинок	CM-3KB+ SDAS
9	Воронеж VMGSR	VOR VORR	VOR VORR	20.12.1996; 20.08.2008	51.731 51.672	39.200 39.208	161 150	Песок	CM-3KB+ UGRA
10	Выборг OBGSR	VYBR	VYBR	14.12.2005	60.725	28.696	8	Гранит	GS-13+SDAS
11	Галичья гора VMGSR	LPSR	LPSR	08.08.2007	52.601	38.929	138	Известняк	CM-3OC+ UGRA
12	Дивногорье VMGSR	VORD	VORD	20.02.1998	50.966	39.293	94	Мел	CM-3KB+ UGRA
13	Добрянка MIRAS	PR2R	PR2R	03.12.2001 [05.06.2012– 18.08.2021] 19.08.2021	58.548	56.187	132	Суглинок	CM-3KB+ SDAS; CM-3KB+ Ермак-5
14	Екимята MIRAS	PR6R	PR6R	08.11.2006 (30.10.2018)	58.166	56.093	163	Суглинок	Sercel L4C-3D+ Ермак-5
15	Инта IGKR	IN0	IN0	04.08.2021	66.013	60.220	71	Глины, суглинки	CM-3KB+ SDAS
16	Калининград OBGSR	– KLNK	KLN KLN	15.12.2005; 10.04.2009 (27.09.2020)	54.953 54.604	20.185 20.209	6 8	Обводненные суглинки	CM-3OC+ UGRA2

¹ Показана дата последней модернизации, предыдущие см. в [3].

² На станции установлен прибор сильных движений.

№	Сейсмическая станция			Дата открытия– закрытия (модерни- зации ¹) [перерыв в работе]	Координаты и высота над уровнем моря			Подпочва	Тип оборудования
	название станции, код сети	код			φ, °N	λ, °E	h, м		
		между- народ- ный	регио- наль- ный						
17	Каменск- Уральский OBGSR	KAUR	KAUR	02.04.2007 (08.10.2018)	56.432	61.503	168	Песок	СМ-3КВ+ Ермак-5
18	Катав- Ивановск OBGSR	KAIR	KAIR	30.07.2020	54.618	58.283	510	Песчаник	ТС20-РН+ Centaur-3
19	Климовская OBGSR, FCIAR	KLMR	KLM	25.11.2003	60.854	39.519	157	Валунно-галечни- ковые отложения, глины, пески	СМ-3ОС, СМ-3КВ+ SDAS
20	Ковда KOGSR	KVDA	KVDA	01.07.2018	66.692	32.872	18	Граниты	СМГ-40Т
21	Колба FCIAR	KOLBA	KOLBA	10.10.2020	73.529	80.701	11	Глины	ТС120+ Centaur-3
22	Красное озеро OBGSR	IZMRN	IZMRN	15.12.2007	60.543	29.716	41	Супесь, суглинки	СМ-3КВ+ SDAS
23	Кунгур MIRAS	PR3R	PR3R	03.04.2003 (07.06.2017)	57.444	57.006	116	Гипс	СМ-3КВ+ Ермак-5
24	Лешуконское FCIAR	LSH	LSH	18.10.2006	64.879	45.734	60	Глины, пески	СМГ-3ЕСР+ GSR-24
25	Ловозеро OBGSR, GSN	LVZ	LVZ	02.12.1992 (24.05.2017)	67.898	34.651	630	Плотные мета- морфизованные габбро-диабазы	STS-1, STS-2.5+ Q330-HR
26	Лопухинка OBGSR	–	LOPUX	08.12.2014	59.732	29.388	148	Известняк	GS-13+UGRA
27	Михнево (центр. точка 12-элемент. гр.) IDG	MHVAR	MHVAR	01.10.2004	54.960	37.766	150	Известняки кар- бона с прослоями глины и мергеля	СМ-3КВ
28	Михнево IDG	MHV	MHV	13.05.1995	54.960	37.766	150	Известняки кар- бона с прослоями глины и мергеля	STS-2
29	Москва OBGSR	MOS	MOS	01.01.1936 (24.01.2013)	55.738	37.625	124	Песок-пльвун	СМ-3ОС+ UGRA
30	Новохоперск VMGSR	– VRHR VRH	VRH VRHR VRH	13.11.2003; 18.11.2005; 19.06.2008 (13.07.2012)	51.203 51.096 51.203	41.722 41.625 41.721	98 137 98	Песок Глина Песок	СМ-3ОС+ UGRA
31	Обнинск OBGSR, GSN, IMS СТВТО	OBN	OBN	11.01.1964 (05.06.2012)	55.114	36.569	130	Мраморовидный известняк	STS-1, СМГ-3ЕСР+ Q330-HR
32	Оренбург OBGSR	ORR	ORR	26.10.2004	51.618	54.753	91	Глина	СМ-3ОС, СМ-3КВ+SDAS
33	Пермилово FCIAR	PRMR	PRM	29.11.2005– 19.05.2021	63.616	40.509	52	Аргиллиты, пес- чаники, известня- ки	СМГ-40Т+ GSR-24
34	Пожег IGKR	PZHG	PZG	17.12.2014	61.977	54.334	137	Глины, суглинки, супеси	СМ-3КВ+ SDAS
35	Пулково OBGSR, GEOFON	PUL	PUL	09.12.1906	59.773	30.322	89	Глина, морена	STS-2+ Quanterra-4124

№	Сейсмическая станция			Дата открытия–закрытия (модернизации ¹) [перерыв в работе]	Координаты и высота над уровнем моря			Подпочва	Тип оборудования
	название станции, код сети	код			φ, °N	λ, °E	h, м		
		международный	региональный						
36	Романово OBGSR	PR1R	PR1R	18.08.2000 (20.02.2015)	59.185	56.745	144	Глина	SeisMonitor+ Байкал-8
37	Сараны MIRAS	PR7R	PR7R	14.11.2013	58.552	58.760	440	Сланцы	Sercel L4C-3D+ Reftek-130S-01
38	Свердловск OBGSR	SVE	SVE	21.10.1906 (01.10.2019)	56.827	60.632	278	Кристаллические породы, змеевик	СМ-3ОС+ UGRA
39	Североуральск OBGSR	SVUR	SVUR	09.06.2007 (15.12.2021)	60.199	59.978	–139	Известняк	Sercel L4C-3D+ Ермак-5; СМГ-6Т+ Ермак-5
40	Среднее Шипицыно FCIAR	SHIP	SHIP	19.08.2019 (03.2021)	61.617	45.904	68	Глины, суглинки, супеси	СМГ-3ЕСРС+ Centaur; СМГ-40Т+ Centaur
41	Сторожевое VMGSR	VRSR VSR	VSR	07.08.1999; 03.09.2007	51.215 51.216	39.190 39.166	180 187	Мел Суглинок	СМ-3ОС+ UGRA
42	Сыктывкар IGKR	SYKR	SYK	01.03.1996	61.646	50.733	159	Пески, глины, суглинки, супеси	СМ-3КВ+ UGRA
43	Умба KOGSR	–	UMBA	10.07.2021	66.679	34.342	151	Гранито-гнейсы	СМГ-6Т+ Ермак-5
44	Уфа OBGSR	BA1R	BA1R	06.08.2013 (19.10.2021)	54.589	55.709	114	Суглинок	СМ-3КВ+ UGRA; СМ-3КВ+ Ермак-5

Таблица I.10. Сведения о сейсмических станциях локальной сети VMGSR на Нововоронежской АЭС, интегрированных в федеральную сеть сейсмологических наблюдений

№	Сейсмическая станция			Дата открытия	Координаты и высота над уровнем моря			Подпочва	Тип оборудования
	название	код			φ, °N	λ, °E	h, м		
		международный	региональный						
1	Архангельское	–	VAU7	19.04.2014	51.249	39.134	103	Суглинок	СМ-3ОС, СМ-3КВ+SDAS
2	Ивановка	–	VUS1	25.08.2021	51.426	38.863	132	Суглинок	СМ-3КВ+UGRA
3	Истобное	–	ABD1	19.11.2014	51.264	38.664	225		СМ-3КВ+UGRA
4	Каменно- Верховка	–	AUB1	24.09.2009	51.361	39.151	104	Суглинок	СМ-3КВ+UGRA
5	Осинки	–	AUA1 AUB2	17.09.2009; 04.09.2010	51.245	39.260	123	Суглинок	СМ-3КВ+UGRA
6	Юдановка	–	VSU1	15.05.2018	51.276	39.834	105	Суглинок	СМ-3КВ+UGRA

При обработке данных сейсмических событий Урала и Башкортостана в центре MIRAS использовались волновые формы восьми станций Оренбургского федерального исследовательского центра (ОФИЦ) УрО РАН. В сети ОФИЦ УрО РАН в 2021 г. произошли следующие изменения: на станции «Оренбург-2» (OR2) 15 ноября сейсмометры СМ-3КВ заменены на трехкомпонентный велосиметр СМЕ-4311 (табл. I.11).

Таблица I.11. Сведения о сейсмических станциях локальной сети Оренбургского федерального исследовательского центра УрО РАН

№	Сейсмическая станция			Дата открытия (последней модернизации)	Координаты и высота над уровнем моря			Подпочва	Тип оборудования
	название	код			φ, °N	λ, °E	h, м		
		международный	региональный						
1	Байтуган-1	BT1	BT1	22.07.2014 (01.06.2017)	54.118	52.348	144	Суглинок	СМ-3КВ+UGRA СМЕ-4311+ Байкал-8
2	Байтуган-2	BT2	BT2	18.07.2016 (10.06.2018)	54.242	52.372	325	Суглинок	СМГ-6ТD СМЕ-4311+ Байкал-8
3	Байтуган-3	BT3	BT3	30.06.2017	54.228	52.459	184	Глина	СМ-3КВ+ Baikal-8
4	Лебяжка	LBGK	LBG	27.07.2013 (01.09.2017)	52.025	53.585	148	Суглинок	СМ-3КВ+UGRA СМ-3КВ+ Байкал-8
5	Оренбург-2	OR2	OR2	31.08.2007 (15.11.2021)	51.736	55.034	81	Глина	СМ-3КВ+SDAS; СМЕ-4311+ UGRA
6	Оренбург-3	OR3	OR3	17.07.2008	51.901	54.410	198	Суглинок	СМ-3КВ+SDAS
7	Толкаевка	TLKV	TLK	02.07.2014	52.554	53.280	154	Суглинок	СМГ-6ТD
8	Троицкий	TRCK	TRC	20.12.2011	51.644	54.259	69	Суглинок	СМ-3КВ+UGRA

Продолжалось взаимодействие ФИЦ ЕГС РАН с Казахстанским национальным центром данных (КНЦД) Института геофизических исследований Национального ядерного центра Республики Казахстан (ИГИ НЯЦ РК), что позволило повысить эффективность мониторинга южной и центральной частей региона.

Продолжал работу сейсмоинфразвуковой комплекс «Валаам» в Республике Карелия (сеть OBGSR). В сети OBGSR относительно 2020 г. [3] произошли следующие изменения: на станции «Уфа» (BA1R) 20 октября регистратор UGRA заменен на Ермак-5 [4]; на станции «Североуральск» (SVUR) вместо короткопериодного сейсмометра Sercel L4C-3D установлен широкополосный велосиметр Guralp CMG-6T, частота регистрации увеличена до 100 Гц (табл. I.9).

Вокруг Нововоронежской АЭС 24–25 августа в локальной сети VMGSR были установлены две новые станции – «Ивановка» (VUS1, табл. I.10) и временная станция «Солонцы», проработавшая до 31.12.2021 г. (VUD1, φ=51.307°N, λ=39.435°, h=103 м, СМ-3КВ+UGRA).

7 октября на Кольском полуострове в сети KOGSR была открыта новая станция «Умба» (UMBA, табл. I.9) в одноименном поселке городского типа Терского района Мурманской области. Станция расположена на берегу Кандалакшского залива.

19 августа в Уральском регионе в сети MIRAS вновь запущена в работу закрытая в 2012 г. сейсмическая станция «Добрянка» (PR2R), станция установлена на прежнем месте, в связи с чем координаты размещения датчиков и код станции остались неизменными (табл. I.9).

В Архангельской сети FCIAR, в связи с возросшей техногенной нагрузкой, 19 мая была закрыта станция «Пермилово». В марте на станции «Среднее Шипицыно» сейсмометр СМГ-3ЕСРС заменен на СМГ-40Т (табл. I.9).

В Коми сети IGKR в г. Инта 4 августа была открыта одноименная станция с кодом IN0 (табл. I.9). Кроме того, во время экспедиционных рекогносцировочных работ

на Приполярный Урал, целью которых являлось проведение временных сейсмологических наблюдений на севере Республики Коми, с 22 июля по 4 августа работала временная сейсмическая станция «Желанное» (ЗНО) ($\varphi=65.200^{\circ}\text{N}$, $\lambda=60.279^{\circ}\text{E}$) (гора Баркова, кварцевожильное поле «Желанное», рядом с заброшенной штольной № 16 на высоте 946 м). 2 августа 2021 г. в 23^h06^m станцией ЗНО зарегистрировано региональное сейсмическое событие с $K_p=7.7$, $M_L=2.5$. Параметры события рассчитаны по записям станций «Желанное» и «Амдерма» (AMDE1, сеть FCIAR) и включены в сводный каталог региона «ВЕС, Урал и Западная Сибирь» [5]. Близость события к Воркуте дает основание предположить, что это – горный удар на воркутинских угольных шахтах [6].

По результатам сводной обработки составлен электронный каталог сейсмических событий региона [7]. Он содержит сведения о 3121 событии, в т.ч. о 245 землетрясениях, одном «возможно землетрясение» с $M=0.7-3.2$, 45 горно-тектонических ударах (ГТУ) с $M=1.4-3.3$, одном горном ударе (ГУ) с $M=2.1$ и 2829 взрывах (из них 19 – «возможно взрыв») с $M=1.6-2.9$ [8]. Для одного землетрясения и 98 взрывов в каталог добавлены альтернативные решения центров IDG, IGKRC, KOGSR, OBGSR и VMGSR.

В печатном варианте каталога землетрясений опубликованы параметры 90 сейсмических событий, в т.ч. одного «возможно землетрясение», ГТУ и одного ГУ с $M \geq 1.8$ [9]. В печатный вариант каталога взрывов включены параметры 266 взрывов с $M=2.3-2.9$ [10].

На рис. 1.8 показана карта расположения эпицентров землетрясений, «возможно землетрясение», ГТУ и ГУ на Восточно-Европейской платформе, Урале и Западно-Сибирской платформе в 2021 году.

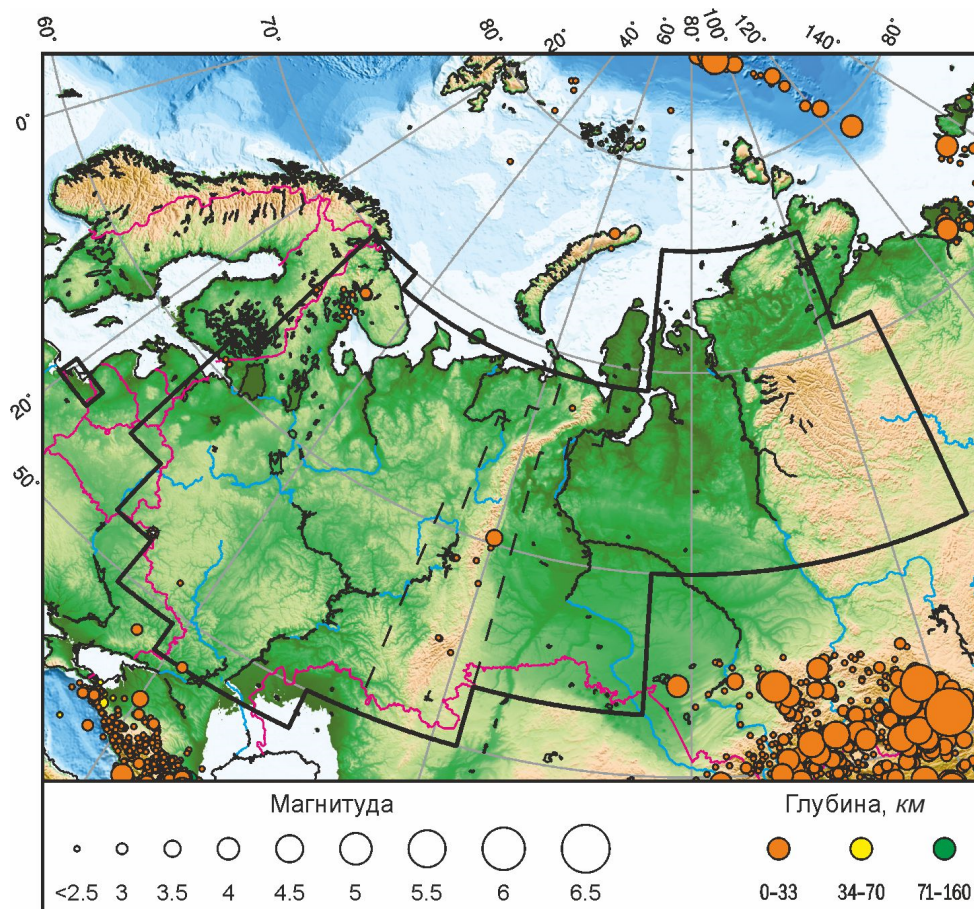


Рис. 1.8. Карта эпицентров сейсмических событий на ВЕС, Урале и в Западной Сибири в 2021 г.

Звездочкой показано самое сильное землетрясение в регионе

На юге Восточно-Европейской платформы в 2021 г. было локализовано два землетрясения – 7 декабря в 14^h45^m с $M=3.1$ в Сумской области, которое стало самым сильным землетрясением в регионе в 2021 г., и 13 декабря в 11^h45^m с $M=2.8$ в Ростовской области. В каталог включено также событие 19 сентября в 02^h21^m с $M=3.2$ за границами ВЕП в Донецкой области. Все три события зарегистрированы станциями сети ЛСМ Воронежского кристаллического массива (VMGSR). Координаты землетрясений 7 декабря и 19 сентября уточнены в ЦО ФИЦ ЕГС РАН в Обнинске с привлечением записей станций международной сети СТВТО.

216 сейсмических событий, зарегистрированных в 2021 г. сетью KOGSR на Кольском полуострове, были классифицированы как природные и природно-техногенные землетрясения с магнитудами M (ML) от 0.7 до 2.8 и включены в каталог региона «ВЕП, Урал и Западная Сибирь» [5], подробное описание их дано в разделе «Восточная часть Балтийского щита» [2].

В Уральском регионе в эпицентральной зоне Катав-Ивановского землетрясения 2018 г. [11] было зарегистрировано два слабых землетрясения 28 января и 25 мая с $M=0.8$ и 1.2 ($K_p=5.4$ и 6.1). В Свердловской области 9 октября в 02^h55^m зарегистрировано землетрясение в районе г. Карпинска с $M=1.9$ ($K_p=7.4$). Данных о макросейсмических проявлениях этого землетрясения нет. Ранее в этом районе неоднократно фиксировались сейсмические события, анализ волновых форм станций Уральской сети позволил определить их тектоническую природу.

В Пермском крае в районе поселка Средняя Усьва 26 сентября в 05^h49^m было зарегистрировано землетрясение с $M=2.1$ ($ML=2.3$, $K_p=7.7$). Его очаг расположен в пределах Главного Уральского Надвига [12] на расстоянии порядка 10 км от инструментального эпицентра Качканарского землетрясения (29.03.2010 г. с $M_w=4.4$, $I_0=5$) [13].

Продолжил активно развиваться сейсмический процесс нехарактерной для Урала роевой природы в районе деревни Таборы Добрянского района Пермского края. Всего за 2021 г. здесь было зарегистрировано 20 событий в диапазоне $M=1.3-2.7$ ($K_p=6.4-8.8$), самое сильное землетрясение с $M=2.7$ ($K_p=8.8$) отмечено 16 марта в 04^h44^m [7]. Сейсмический процесс в данной области фиксируется с 2006 г., к концу 2021 г. было всего зарегистрировано 94 события. Макросейсмических проявлений ни одно из них не вызвало. В 2019–2020 гг. в данном районе работали автономные полевые сейсмические станции сети MIRAS, результаты наблюдений которых обрабатывались совместно с данными станций Уральской региональной сети. Эти работы позволили уточнить положение гипоцентров событий. По локальным наблюдениям глубины очагов определены в пределах $h=5-12$ км. Необходимо отметить, что в марте и ноябре 1911 г. в данном районе были зафиксированы землетрясения с макросейсмическими проявлениями до 5 баллов [14]. При этом толчки носили повторяющийся характер: 6–7 марта 1911 г. в течение 20 ч – пять ощутимых толчков, 8–9 ноября 1911 г. – семь толчков в течение семи часов. Учитывая, что по инструментальным наблюдениям также выявлен роевой характер сейсмического процесса, и достоверно определены глубины гипоцентров, соответствующие кристаллическому фундаменту Восточно-Европейской платформы, имеющему блоковую структуру в данном районе [12], можно с некоторой долей вероятности утверждать, что исторические и наблюдаемые в последние годы землетрясения связаны с одним и тем же сейсмическим процессом и имеют тектоническую природу. В то же время нельзя исключить обвальное происхождение землетрясений, ввиду того, что рассматриваемый район характеризуется наличием условий для развития поверхностных и подземных форм карста.

Наибольшее количество горно-тектонических ударов (ГТУ) (43 из 45) в 2021 г. было зарегистрировано на шахтах Североуральского бокситового месторождения (СУБР) [7]. Самый сильный ГТУ с $M=3.3$ ($K_p=9.9$) произошел 3 декабря в 18^h45^m в поле шахты «Черёмуховская», он сопровождался макросейсмическими проявлениями в поселке Черёмухово – 3.7 балла и в Североуральске – 1.5 балла по шкале ШСИ-2017 [15].

На Высокогорском ГОКе (г. Нижний Тагил) 7 января в 11^h39^m зарегистрирован ГТУ в поле шахты «Естюнинская» с $M=2.4$ ($K_p=8.4$). Макросейсмических проявлений данного события не зафиксировано.

Достаточно редкий ГТУ был зарегистрирован на Учалинском ГОКе (г. Учалы, Республика Башкортостан) 16 декабря 2021 г. в 20^h53^m с $M=1.4$ ($K_p=6.5$). Он сопровождался обрушением горных выработок на глубине 870 м.

На рис. 1.9 показана гистограмма суммарной сейсмической энергии, выделившейся в регионе «ВЕС, Урал и Западная Сибирь» в 2017–2021 гг. (по данным [3, 7]).

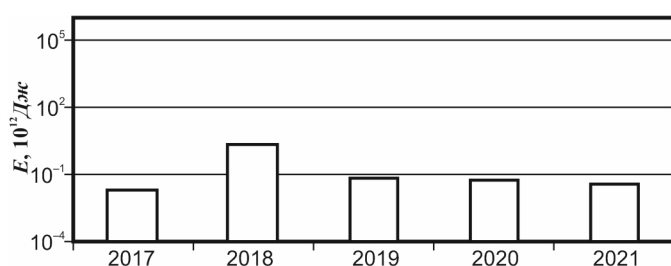


Рис. 1.9. Распределение сейсмической энергии, выделившейся на территории ВЕС, Урала и Западной Сибири в 2017–2021 гг.

Литература

1. Маловичко А.А., Пойгина С.Г. Результаты сейсмического мониторинга различных регионов России. Общие сведения о сейсмичности России // Землетрясения России в 2021 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2023. – С. 10–16.
2. Баранов С.В., Асминг С.В., Асминг В.Э., Карпинский В.В., Лебедев А.А., Мунирова Л.М., Пойгина С.Г. Результаты детального сейсмического мониторинга. Восточная часть Балтийского щита // Землетрясения России в 2021 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2023. – С. 116–119.
3. Габсатарова И.П., Асминг С.В., Верхованцев Ф.Г., Голубева И.В., Дягилев Р.А., Карпинский В.В., Конечная Я.В., Мехрюшев Д.Ю., Надёжка Л.И., Нестеренко М.Ю., Носкова Н.Н., Пивоваров С.П., Пойгина С.Г., Санина И.А. Результаты сейсмического мониторинга различных регионов России. Восточно-Европейская платформа, Урал и Западная Сибирь // Землетрясения России в 2020 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2022. – С. 25–33. – EDN: LUBXOS
4. Бутырин П.Г., Верхованцев Ф.Г., Верхованцев А.В., Шулаков Д.Ю. Цифровой сейсмический регистратор «Ермак-5». Опыт разработки и внедрения // Сейсмические приборы. – 2018. – Т. 54, № 2. – С. 5–23. DOI: 10.21455/si2018.2-1. – EDN: YAKEIH
5. 2021-ER_App03_East-European-platform.xls [Электронный ресурс]: Список приложений для ежегодника «Землетрясения России в 2021 году» // Землетрясения России [сайт]. – [Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2023]. Систем. требования: MS Excel, Open Office. – URL: http://www.gsras.ru/zr/app_21.html, свободный.
6. Носкова Н.Н., Попов И.В. Кратковременные сейсмические наблюдения на Приполярном Урале в 2021 году // Вестник геонаук. – 2021. – № 12 (324). – С. 46–51. – URL: <https://geo.komisc.ru/images/stories/vestnik/2021/324/46-51.pdf>. – DOI: 10.19110/geov.2021.12.5. – EDN: OGQVJX
7. 2021-ER_App03_East-European-platform.xls [Электронный ресурс]: Список приложений для ежегодника «Землетрясения России в 2021 году» // Землетрясения России [сайт]. – [Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2023]. Систем. требования: MS Excel, Open Office. – URL: http://www.gsras.ru/zr/app_21.html, свободный.
8. 2021-ER_App24_Catalogs_explosions.xls [Электронный ресурс]: Список приложений для ежегодника «Землетрясения России в 2021 году» // Землетрясения России [сайт]. – [Обнинск:

ФИЦ ЕГС РАН, 2023]. Систем. требования: MS Excel, Open Office. – URL: http://www.gstras.ru/zr/app_21.html, свободный.

9. Баранов С.В., Верхованцев Ф.Г., Габсатарова И.П., Мунирова Л.М., Надёжка Л.И. (отв. сост.); Асминг В.Э., Белевская М.А., Голубева И.В., Гусева Н.С., Дягилев Р.А., Зверева А.С., Карпинская О.В., Ковалева И.С., Носкова Н.Н., Старикович Е.Н. Каталоги землетрясений по различным регионам России. Восточно-Европейская платформа, Урал и Западная Сибирь // Землетрясения России в 2021 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2023. – С. 146–149.

10. Сведения о наиболее крупных промышленных взрывах // Землетрясения России в 2021 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2023. – С. 172–183.

11. Дягилев Р.А., Верхованцев Ф.Г., Варлашова Ю.В., Шулаков Д.Ю., Габсатарова И.П., Епифанский А.Г. Катав-Ивановское землетрясение 04.09.2018 г., $m_b=5.4$ (Урал) // Российский сейсмологический журнал. – 2020. – Т. 2, № 2. – С. 7–20. DOI: 10.35540/2686-7907.2020.2.01

12. Водолазская В.П., Тетерин И.П., Кириллов В.А., Лукьянова Л.И. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1000000 (третье поколение) / Серия Уральская. Лист О-40-Пермь. Объяснительная записка. – СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2015. – 497 с. + 6 вкл.

13. Дягилев Р.А., Верхованцев Ф.Г., Голубева И.В. Качканарское землетрясение 29 марта 2010 г. с $K_p=12.1$, $M_w=4.4$, $I_0=5$ (Урал) // Землетрясения Северной Евразии в 2010 году. – Обнинск: ГС РАН, 2016. – С. 336–347.

14. Сюзев П.В. О землетрясении по р. Косье в Пермском уезде. – Пермь: Типо-литография Пермского Губернского Правления. – 1911. – С. 1.

15. ГОСТ Р 57546-2017. Землетрясения. Шкала сейсмической интенсивности (ШСИ-17). – М.: Стандартинформ, 2017. – 32 с. (Дата введения 01.09.2017 г.).