

I. Результаты сейсмического мониторинга различных регионов России

Общие сведения о сейсмичности России

А.А. Маловичко, С.Г. Пойгина

ФИЦ ЕГС РАН, г. Обнинск

Непрерывный сейсмический мониторинг территории России в 2021 г. проводился с использованием 391 станции. Полные перечни сейсмических станций приводятся в соответствующих статьях данного раздела по регионам. Географические координаты границ регионов приведены в [1].

В табл. I.1 приведены обобщенные данные о структуре системы сейсмических наблюдений в России, включающие информацию о количестве сейсмических станций в регионах, их принадлежности к организациям, осуществлявшим сейсмический мониторинг, а также коды центров в соответствии с рекомендациями Международного сейсмологического центра (ISC) [2]. Код центра в сборниках «Землетрясения России» [3–5] и в электронной базе данных «Землетрясения России» [6] считается кодом сети.

Таблица I.1. Перечень организаций, проводивших в 2021 г. сейсмический мониторинг на территории Российской Федерации

№	Регион, территория	Код центра (сети)	Число сейсмических станций	Организации, проводившие мониторинговые наблюдения
1	Северный Кавказ	OBGSR	23	Центральное отделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Единая геофизическая служба Российской академии наук» (ЦО ФИЦ ЕГС РАН), Дагестанский филиал (ДФ) ФИЦ ЕГС РАН, Северо-Осетинский филиал (СОФ) ФИЦ ЕГС РАН, Сейсмическая станция «Кисловодск» ФИЦ ЕГС РАН
		DAGSR	17	
		NOGSR	13	
		KMGSR	9	
2	Восточно-Европейская платформа, Урал и Западная Сибирь, в т.ч.:			ЦО ФИЦ ЕГС РАН, ФИЦ ЕГС РАН совместно с Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Воронежский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ВГУ»), Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова Уральского отделения Российской академии наук (ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН), Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт динамики геосфер Российской академии наук (ИДГ РАН), Институт геологии имени академика Н.П. Юшкина Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук» (ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН)
		OBGSR	6	
		VMGSR	11	
		FCIAR	4	
		IDG	2	
	IGKR	3		
	Восточно-Европейская платформа (ВЕП)			

№	Регион, территория	Код центра (сети)	Число сейсмических станций	Организации, проводившие мониторинговые наблюдения
	Восточная часть Балтийского щита	KOGSR OBGSR IGKRC	4 6 4	Кольский филиал (КоФ) ФИЦ ЕГС РАН, ЦО ФИЦ ЕГС РАН, Институт геологии – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Карельский научный центр Российской академии наук» (ИГ КарНЦ РАН)
	Урал	OBGSR MIRAS	8 6 8	ЦО ФИЦ ЕГС РАН, ФИЦ ЕГС РАН совместно с «Горный институт Уральского отделения Российской академии наук» – филиалом Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук («ГИ УрО РАН»), ФИЦ ЕГС РАН совместно с Отделом геоэкологии Федерального государственного бюджетного учреждения науки Оренбургского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук (ОФИЦ УрО РАН)
	Западная Сибирь	GSRAS MIRAS		ФИЦ ЕГС РАН, ФИЦ ЕГС РАН совместно с «ГИ УрО РАН»
3	Арктика	GSRAS OBGSR KOGSR FCIAR YAGSR NEGSR	3 5 4	ФИЦ ЕГС РАН, ЦО ФИЦ ЕГС РАН, КоФ ФИЦ ЕГС РАН, ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН, Якутский филиал (ЯФ) ФИЦ ЕГС РАН, Магаданский филиал (МФ) ФИЦ ЕГС РАН
4	Алтай и Саяны	ASGSR	53	Алтае-Саянский филиал (АСФ) ФИЦ ЕГС РАН
5	Прибайкалье и Забайкалье	BAGSR BUGSR	26 10	Байкальский филиал (БФ) ФИЦ ЕГС РАН, Бурятский филиал (БуФ) ФИЦ ЕГС РАН
6	Приамурье и Приморье, Сахалин и Курило-Охотский регион	SAGSR OBGSR GSRAS	46 5	Сахалинский филиал (СФ) ФИЦ ЕГС РАН, ЦО ФИЦ ЕГС РАН, ФИЦ ЕГС РАН
7	Якутия	YAGSR	20	Якутский филиал (ЯФ) ФИЦ ЕГС РАН
8	Северо-Восток России и Чукотка	NEGSR	14	Магаданский филиал (МФ) ФИЦ ЕГС РАН
9	Камчатка и Командорские острова	KAGSR	81	Камчатский филиал (КФ) ФИЦ ЕГС РАН
	Всего станций, в т.ч. число станций с приборами сильных движений		391 124	

Примечание – Жирным шрифтом выделены названия подразделений ФИЦ ЕГС РАН, ответственных за сейсмический мониторинг регионов.

Продолжалась эксплуатация интегрированных в единую систему сейсмоинфразвуковых комплексов «Валаам» в Республике Карелия, а также «Баренцбург» и «Пирамида» на архипелаге Шпицберген.

11 широкополосных сейсмических станций ФИЦ ЕГС РАН входили в 2021 г. в российский сегмент Глобальной сейсмической сети (GSN): ARTI, BILL, KIV, LVZ, MA2, OBN, PET, TIXI, TLY, YAK и YSS. Кроме того, десять широкополосных сейсмических станций ФИЦ ЕГС РАН (ARTI, BELG, KLR, KVAR, MA2, OBN, SEY, TIXI, TLY и YAK) обеспечивали совместно с Национальным центром по уменьшению ядерной опасности Минобороны РФ (Постановление Правительства РФ от 25 августа 2005 г. № 537 [7])

функционирование российских объектов Международной системы мониторинга (IMS СТВТО), которая была создана для непрерывного контроля выполнения Договора о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний (ДВЗЯИ).

В сейсмической подсистеме Системы предупреждения о цунами (СП СПЦ) функционировали 11 широкополосных цифровых сейсмических станций, из них пять – опорных (IVS, KBG, SKR, YSS (SSH), YUK), имеющих в своем составе от двух до восьми выносных пунктов, и шесть – вспомогательных (KUR, SHO, MSHR, ОКН, TILK, ВКИ), а также 16 пунктов регистрации сильных движений. На базе станций «Петропавловск», «Южно-Сахалинск» и «Владивосток» функционировали региональные сейсмологические информационно-обрабатывающие центры (ИОЦ) СП СПЦ [8].

В 2021 г. ФИЦ ЕГС РАН было открыто девять цифровых сейсмических станций, в т.ч. три станции – в Камчатском крае, две станции – в Сахалинской области, одна – в Республике Бурятия, одна – в Республике Северная Осетия–Алания, одна – в Мурманской области, одна – в Воронежской области. Одна станция была открыта Институтом геологии Коми НЦ УрО РАН в Республике Коми (табл. I.2). Оборудование со станции «Тайлеп» (закрыта 31.12.2020 г.) сети ASGSR перенесено на новую станцию «Николаевка» (NIKOL, открыта 05.02.2021 г.), на 882 м перенесена станция «Быков» (сеть SAGSR) на юге Сахалина (табл. I.3). Модернизировано оборудование 23 станций (табл. I.4). В 2021 г. сняты с эксплуатации приборы сильных движений на станциях «Арадан» и «Верх-База» (сеть ASGSR). Закрыты станции «Пермилово» (сеть FCIAR) и «Горно-Алтайск (Администрация)» (станция фактически не передавала данные с 2017 г., сеть ASGSR), а также пункт наблюдения «Загорское» (сеть SAGSR).

Таблица I.2. Сведения о сейсмических станциях, открытых в 2021 г.

№	Сейсмическая станция			Дата открытия	Координаты и высота над уровнем моря			Тип оборудования	Код сети
	название	код			φ, °N	λ, °E	h, м		
		международный	региональный						
1	Ивановка	–	VUS1	25.08.2021	51.426	39.863	132	CM-3KB+UGRA	VMGSR
2	Инта	–	IN0	04.08.2021	66.013	60.220	21	CM-3KB+SDAS	IGKR
3	Козельский	KZL	KZL	25.10.2021	53.202	158.999	992	CMG-6TD	KAGSR
4	Краснополье	–	UGL2	22.04.2021	48.946	142.217	83	TC120+Centaur	SAGSR
5	Мыс Хокуй	–	UGL3	22.04.2021	49.026	142.014	10	TC120+Centaur	SAGSR
6	Попов Хутор	PXTR	PXTR	01.09.2021	42.966	44.619	680	CMG-3ESPDE	NOGSR
7	Туран	–	TRN	18.10.2021	51.637	101.685	875	CK-1П+Centaur	BAGSR
8	Удина	UDINA	UDINA	30.09.2021	55.720	160.512	1038	CMG-6TD	KAGSR
9	Умба	–	UMBA	10.07.2021	66.679	34.342	151	CMG-6T+Ермак-5	KOGSR
10	Юлия Кугаенко	YUKUG	YUKUG	30.09.2021	55.660	160.232	982	CMG-6TD	KAGSR

Таблица I.3. Сведения о сейсмических станциях, перенесенных на новые места в 2021 г.

№	Сейсмическая станция			Дата открытия	Координаты и высота над уровнем моря			Тип оборудования	Код сети
	название	код			φ, °N	λ, °E	h, м		
		международный	региональный						
1	Быков	–	BKV	10.11.2015; 13.05.2021	47.325 47.325	142.553 142.565	98 44	LE-3DLite+DAT-4	SAGSR
2	Николаевка*	NIKOL	NIKOL	05.02.2021	53.482	87.165	229	CMG-5TDE	ASGSR

Таблица 1.4. Сведения о сейсмических станциях, оснащенных новым оборудованием в 2021 г.

№	Сейсмическая станция			Дата открытия–закрытия (модернизации)	Координаты и высота над уровнем моря			Тип нового оборудования	Код сети
	название	код			φ, °N	λ, °E	h, м		
		международный	региональный						
1	Анадырь	ANDR	ANDR	10.11.1981; 24.01.2003 (29.11.2021)	64.783 64.732	177.583 177.487	20 108	Ермак-5	NEGSR
2	Бомнак*	BMKR	БМН	01.11.1974 (23.10.2021)	54.710	128.849	342	ZET 7152-N VER.3	SAGSR
3	Быстровка-2*	BSTK	BST	10.04.2002 (14.05.2021)	54.568	82.653	121	СМЕ-6111	ASGSR
4	Верх-Чумыш*	VCHU	VCHU	20.06.2015 (08.02.2021)	53.955	86.442	351	CMG-DM24mk3	ASGSR
5	Водозабор*	–	UK2	12.12.2009 (2021)	56.232	162.646	2	CMG-5T+GSR-24	KAGSR
6	Горячинск	GORB	GOR	24.07.2011 (26.06.2021)	52.986	108.285	480	Байкал-112 (Ангара)	BUGSR
7	Добрянка	PR2R	PR2R	03.12.2001– 04.06.2012; 19.08.2021	58.548	56.187	132	Ермак-5	MIRAS
8	Ерунаковская*	ERU	ERU	20.06.2015 (06.10.2021)	54.140	87.384	358	CMG-DM24mk3	ASGSR
9	Заречье	ZRHB	ZRH	01.12.1999 (22.12.2021)	52.545	107.159	480	Байкал-8	BUGSR
10	Кайтанак	KTNR	KTNK	18.05.2001 (18.04.2021)	50.145	85.465	1031	Байкал-8.2	ASGSR
11	Кировский*	KROS	KPC	01.04.1974 (01.12.2021)	54.429	126.976	472	ZET 7152-N VER.3	SAGSR
12	Котокель	KELR	KEL	03.11.2005 (26.06.2021)	52.763	108.078	460	Байкал-7HR	BUGSR
13	Кунгуртут*	KNGR	KNGR	04.03.2012 (07.09.2021)	50.604	97.517	1314	CMG-6TD	ASGSR
14	Невинномысск	NVNR	NVNR	19.02.2007 (09.06.2021)	44.614	41.964	340	UGRA	KMGRS
15	Октябрьский*	–	ОКТ	14.01.2010 (12.10.2021)	53.000	128.500	386	ZET 7152-N VER.3	SAGSR
16	Омчак	OCHR	ОМЧ	01.10.1999 (26.05.2021)	61.665	147.867	820	Байкал-8	NEGSR
17	Оренбург-2	OR2	OR2	31.08.2007 (15.11.2021)	51.736	55.034	81	СМЕ-4311+UGRA	ОФИЦ УрО РАН
18	Североуральск	SVUR	SVUR	09.06.2007 (15.12.2021)	60.199	59.978	–139	CMG-6T	OBGSR
19	Среднее Шипицыно	SHIP	SHIP	19.08.2019 (03.2021)	61.617	45.904	68	CMG-40T	FCIAR
20	Степной Дворец	STDB	STD	01.08.1999 (18.02.2021) (16.12.2021)	52.169	106.366	458	CMG-40T+ Байкал-112 (Ангара) Ермак-5	BUGSR
21	Таманский	–	TMNR	11.10.2018 (01.04.2021)	45.155	36.785	14	СПВ-3К	OBGSR
22	Тоджа*	TDJR	TDJR	25.07.1980 (08.04.2021)	52.453	96.093	1000	ТС+Centaur, СМ-3КВ, CMG-5T	ASGSR
23	Уфа	BA1R	BA1R	06.08.2013 (20.10.2021)	54.589	55.709	114	Ермак-5	OBGSR

Примечание – * – на станциях установлены приборы сильных движений.

Карта расположения сейсмических станций на территории России показана на рис. I.1. Положение эпицентров землетрясений России в 2021 г. показано на рис. I.2.

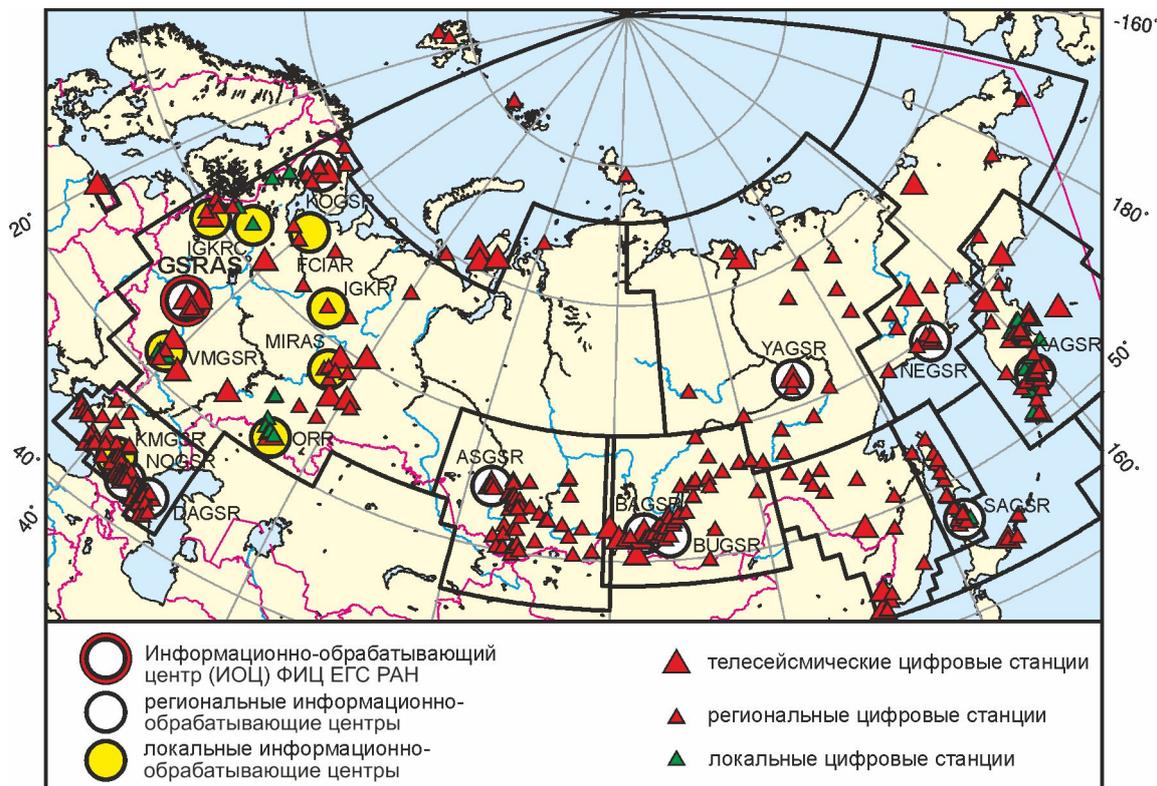


Рис. I.1. Сейсмические станции на территории России в 2021 г.

*Черный шрифт – международные коды сейсмологических центров,
черные контуры – границы сейсмоактивных регионов*

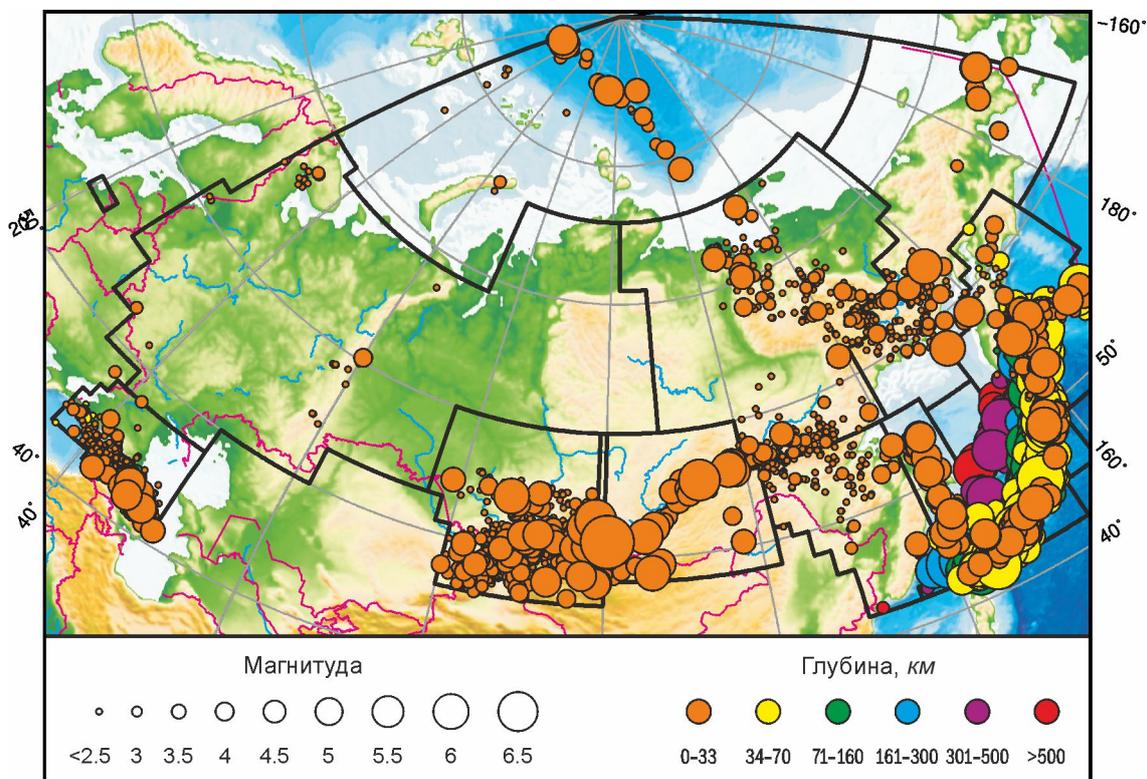


Рис. I.2. Карта эпицентров землетрясений на территории России в 2021 г.

Сильнейшее в 2021 г. Хубсугульское землетрясение с $M=6.7$ произошло в пограничной области Россия–Монголия 11 января в 21^h32^m ($h=4$ км). Землетрясение ощущалось в 157 населенных пунктах Российской Федерации, самые сильные сотрясения интенсивностью 6–7 баллов зафиксированы в поселке Монды (Республика Бурятия) на эпицентральной расстоянии $\Delta=62$ км, 6 баллов – в селе Орлик ($\Delta=143$ км, Республика Бурятия).

Интенсивность сотрясений до 6 баллов в населенных пунктах России, кроме Хубсугульского землетрясения, была отмечена при землетрясении 11 апреля в 13^h48^m с $M=4.9$ ($h=60$ км) на юго-восточном побережье Камчатского полуострова. До 5–6 баллов интенсивность сотрясений достигала при землетрясении 18 апреля в 08^h16^m с $M=4.4$ на острове Сахалин.

Девять землетрясений ощущались на российской территории с максимальной интенсивностью 5 баллов: 16 марта в 18^h38^m с $M=6.5$, 19 марта в 03^h16^m с $M=5.1$ и 17 апреля в 15^h45^m с $M=5.8$ на Камчатке; 2 марта в 21^h22^m с $M=5.9$ на Южных Курильских островах; 3 мая в 08^h46^m с $M=5.7$ и 22 августа в 20^h36^m с $M=5.0$ в Бурятии; 15 декабря в 13^h44^m с $M=4.8$ в Иркутской области; 28 июля в 00^h41^m с $M=4.9$ в Дагестане; 20 октября в 04^h45^m с $M=4.5$ в Чечне.

Здесь и далее в сборнике интенсивность сотрясений приведена в баллах по 12-балльным шкалам ШСИ-17, МШИЗ-18 и MSK-64 [9–11].

Информация об этих землетрясениях приведена в разделе «Результаты сейсмического мониторинга различных регионов России».

Распределение числа землетрясений в сводном каталоге России за 2021 г. [12] по сейсмоактивным регионам приведено в табл. I.5.

Таблица I.5. Распределение числа землетрясений по магнитуде M в сводном каталоге России за 2021 г.

Регион	Магнитуда M (MLH)												Всего
	≤ 1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	
Северный Кавказ	819	770	377	125	43	21	6	3	1				2165
ВЕС, Урал и Западная Сибирь	94	109	52	27	9	1							292
Арктика		1	4	43	17	9	2	3					79
Алтай и Саяны			574	1153	259	66	32	13	3	1			2101
Прибайкалье и Забайкалье			2862	2176	1016	438	110	45	19	4		1	6671
Приамурье и Приморье	9	24	35	21	10	2	3						104
Сахалин	20	24	26	161	93	32	13	8					377
Курило-Охотский регион			5	33	250	408	292	167	59	21	6	1	1242
Якутия		5	182	140	54	12	5						398
Северо-Восток России и Чукотка	1	51	111	41	13	12	4	3	2				238
Камчатка и Командорские острова		1867	1277	890	419	221	82	61	16	9	1	1	4844
Всего землетрясений	943	2851	5505	4810	2183	1222	549	303	100	35	7	3	18511

Приведенные в табл. I.5 сведения о распределении землетрясений по магнитуде использованы для построения кумулятивных графиков повторяемости как для отдельных регионов, так и для территории России в целом (рис. I.3). Как видно из графиков, средний для России уровень представительной регистрации землетрясений соответствует примерно магнитуде $M=3.0$ – 3.5 . В отдельных регионах уровень представительной регистрации снижается до $M=2.0$ – 2.5 .

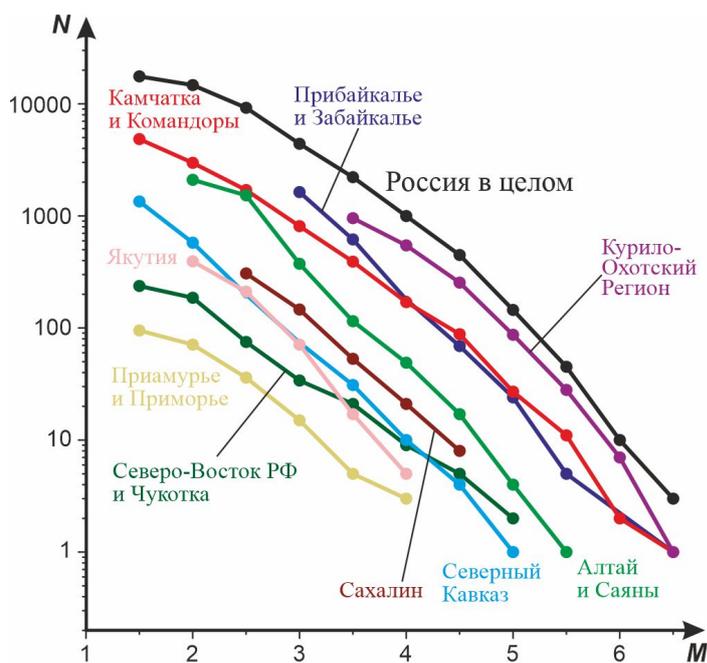


Рис. 1.3. Кумулятивные графики повторяемости землетрясений для регионов России за 2021 г.

Литература

1. Границы сейсмоактивных регионов России с 2004 г. // Землетрясения России в 2021 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2023. – С. 218.
2. International Seismological Centre. ISCNEWS. January to June 2016 [Электронный ресурс]. – Internatl. Seis. Cent., Thatcham, United Kingdom, 2016. – P. 3. – URL: <http://isc-mirror.iris.washington.edu/docs/newsletters/2016/2016-1.pdf>.
3. Землетрясения России в 2003–2019 гг. / Гл. ред. А.А. Маловичко. – Обнинск: ГС РАН, ФИЦ ЕГС РАН, 2006–2021.
4. Землетрясения России в 2020 году / Гл. ред. А.А. Маловичко. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2022. – 204 с.
5. Землетрясения России [сайт]. – [Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2023]. – URL: <http://www.gsras.ru/zr/> (дата обращения 10.02.2023).
6. База данных «Землетрясения России» [сайт]. – [Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2023]. – URL: <http://eqru.gsras.ru/> (дата обращения 24.01.2023).
7. О функциях федеральных органов исполнительной власти, Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» и Российской академии наук по реализации Договора о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний : постановление Правительства Российской Федерации от 25 августа 2005 г. № 537 (в редакции постановлений Правительства РФ от 18.05.2006 № 297, от 15.07.2009 № 567, от 04.02.2011 № 49, от 11.10.2012 № 1038, от 15.07.2021 № 1210) [Электронный ресурс]. – URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&prevDoc=102090922&backlink=1&nd=102099583>
8. Чебров В.Н., Гусев А.А., Дроздин Д.В., Мишаткин В.Н., Сергеев В.А., Сеницын В.И., Шевченко Ю.В., Чебров Д.В. Развитие сейсмологических наблюдений на Дальнем Востоке России для Службы предупреждения о цунами // Сейсмологические и геофизические исследования на Камчатке. К 50-летию детальных сейсмологических наблюдений. Глава 3. – Петропавловск-Камчатский: Холдинговая компания «Новая книга», 2012. – С. 73–107.
9. ГОСТ Р 57546-2017. Землетрясения. Шкала сейсмической интенсивности (ШСИ-17). – М.: Стандартинформ, 2017. – 32 с. (Дата введения 01.09.2017 г.).
10. ГОСТ 34511-2018. Землетрясения. Макросейсмическая шкала интенсивности (МШИЗ-18). – М.: Стандартинформ, 2019. – 26 с. (Дата введения 01.09.2019 г.).
11. Медведев С.В., Шпонхойер В., Карник В. Шкала сейсмической интенсивности MSK-64. – М.: МГК АН СССР, 1965. – 11 с.
12. 2021-ER_App26_Total-catalog.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.