

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 2020 г. проводился с использованием 385 станций. 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 2020 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	16	
		NOGSR	12	
		KMGSR	10	
2	Восточно-Европейская платформа, Урал и Западная Сибирь, в т.ч.:			
	Восточно-Европейская платформа (ВЕП)	OBGSR	6	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)
		VMGSR	10	
		FCIAR	4	
		IDG	2	
		IGKR	2	

№	Регион, территория	Код центра (сети)	Число сейсмических станций	Организации, проводившие мониторинговые наблюдения
	Восточная часть Балтийского щита	KOGSR OBGSR IGKRC	3 7 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	7 5 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	54	Алтае-Саянский филиал (АСФ) ФИЦ ЕГС РАН
5	Прибайкалье и Забайкалье	BAGSR BUGSR	25 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	47 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	79	Камчатский филиал (КФ) ФИЦ ЕГС РАН
	Всего станций, в т.ч. станций сильных движений		385 42	

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 сейсмических станций ФИЦ ЕГС РАН входили в 2020 г. в российский сегмент Глобальной сейсмической сети (GSN): ARTI, BILL, KIV, LVZ, MA2, OBN, PET, TIXI, TLY, YAK и YSS. Кроме того, десять станций включены в Международную систему мониторинга, действующую в соответствии с договором ДВЗЯИ (IMS СТВТО): ARTI, BELG, KLR, KVAR, MA2, OBN, SEY, TIXI, TLY и YAK.

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 [7].

В 2020 г. ФИЦ ЕГС РАН были открыты три цифровые сейсмические станции, в т.ч. две станции – в Сахалинской области, одна станция – в Челябинской области. Одна станция открыта ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН на севере Красноярского края (табл. I.2). Одна сейсмическая станция в Пермском крае перенесена на новое место (табл. I.3). Модернизировано оборудование 15 станций (табл. I.4).

Таблица I.2. Сведения о сейсмических станциях, открытых в 2020 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	Катав-Ивановск	KAIR	KAIR	30.07.2020	54.618	58.283	510	TC20-PH+Centaur-3	OBGSR
2	Китовый	KURRC	КУРСЦ	19.07.2020	45.254	147.889	39	Guralp Fortis 6T+ Minimus+	SAGSR
3	Колба	KOLBA	KOLBA	10.10.2020	73.529	80.701	11	TC120+Centaur-3	FCIAR
4	Южно-Курильск	YUKRC	ЮКРСЦ	06.07.2020	44.033	145.861	39	CMG-6T+Minimus+; Guralp Fortis+ Minimus+	SAGSR

Таблица I.3. Сведения о сейсмических станциях, перенесенных на новые места в 2020 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	Власы	PR41R	PR41R	21.10.2020	57.912	55.680	136	CM-3KB+SDAS	MIRAS

Таблица I.4. Сведения о сейсмических станциях, оснащенных новым оборудованием в 2020 г.

№	Сейсмическая станция			Дата открытия (модернизации)	Координаты и высота над уровнем моря			Тип нового оборудования	Код сети
	название	код			φ, °N	λ, °E	h, м		
		международный	региональный						
1	Батагай	BTGS	BTG	12.03.1975 (16.11.2020)	67.656	134.625	127	Байкал-8	YAGSR
2	Верхнечусовские Городки	PR0R	PR0R	24.10.2003 (23.12.2020)	58.199	57.141	121	Ермак-5	MIRAS
3	Гуниб	GNBR	GNB	07.07.1999 (21.01.2020)	42.389	46.964	1210	Ермак-5	DAGSR
4	Дубки	DBC	DBC	01.03.1975 (04.02.2020)	43.022	46.841	850	Ермак-5	DAGSR
5	Еланда (Эланда)	ELDR	ELDR	04.10.2002 (25.03.2020)	51.217	86.090	472	Байкал-8.2	ASGSR

№	Сейсмическая станция			Дата открытия (модернизации)	Координаты и высота над уровнем моря			Тип нового оборудования	Код сети
	название	код			φ, °N	λ, °E	h, м		
		международный	региональный						
6	Железногорск-2	GZLN	GZLN	24.12.2012 (19.11.2020)	56.383	93.767	212	Байкал-8.2	ASGSR
7	Заречье	ZRNB	ZRH	01.12.1999 (17.07.2020)	52.545	107.159	480	СМ-3+Байкал АСН	BUGSR
8	Калининград	KLNR	KLN	10.04.2009 (27.09.2020)	54.604	20.209	8	UGRA2	OBGSR
9	Козыревск	KOZ	KOZ	21.06.2001 (28.10.2020)	56.058	159.872	60	ТС120-SV1+Centaur	KAGSR
10	Крутоберегово	KBG	KBG	10.04.1968 (12.11.2020)	56.258	162.713	30	(ТС120-SV1, СМГ-5Т)+Centaur	KAGSR
11	Кульдур	KLR	KLR	15.09.1954 (23.01.2020)	49.236	131.738	486	Q330HR	OBGSR
12	Новосибирск-2	NVSII	NVSII	01.01.2013 (12.09.2020)	54.842	83.237	159	СМЕ-6111+NDAS-RT	ASGSR
13	Русская	RUS	RUS	21.12.1987 (29.11.2020)	52.432	158.513	125	СМГ-6ТD	KAGSR
14	Эвенск	EVEN	EVEN	23.11.2008 (24.11.2020)	61.914	159.229	17	Minimus	NEGSR
15	Эрзин	ERNS	ERNS	03.06.1964 (13.10.2020)	50.265	95.161	1110	СМ-3КВ	ASGSR

В 2020 г. были закрыты станции «Архыз» сети KMGSР, «Солонешенская» сети ASGSR, «Головнино» и «Новиково» сети SAGSR. Оборудование со станции «Тайлеп» (закрыта 31.12.2020 г.) сети ASGSR перенесено на новую станцию «Николаевка» (NIKOL, открыта в 2021 г.). В связи с завершением выполнения работ на Курской АЭС семь сейсмических станций Курской локальной сети (KOU1, KAU2, KSU4, KAU1, KIU1, KDS1, KHU1) были демонтированы 12–13 февраля 2020 года.

Два сильнейших землетрясения в 2020 г. на территории России с $M=7.5$ и 6.9 произошли 25 марта в $02^{\text{h}}49^{\text{m}}$ ($h=48$ км) и 13 февраля в $10^{\text{h}}33^{\text{m}}$ ($h=142$ км) в районе Курильских островов. Землетрясение 25 марта ощущалось в 44 населенных пунктах Северных Курильских островов и Камчатки, самые сильные сотрясения 6–7 баллов зафиксированы в Северо-Курильске. Землетрясение 13 февраля максимально ощущалось с интенсивностью 5–6 баллов в Горячих Ключах, Горном, Малокурильском и Крабовозводском (в сборнике интенсивность приведена в баллах по шкалам ШСИ-17, МШИЗ-18 и MSK-64 [8–10]).

Интенсивность сотрясений до 6–7 баллов в населенных пунктах России была также отмечена при Быстринском землетрясении с $M=5.6$ ($h=12$ км) 21 сентября в $18^{\text{h}}04^{\text{m}}$ в Слюдянском районе Иркутской области и при Кударинском землетрясении с $M=5.5$ ($h=22$ км) 9 декабря в $21^{\text{h}}44^{\text{m}}$ в Кабанском районе Республики Бурятии.

До 5–6 баллов интенсивность сотрясений, кроме события с $M=6.9$ 13 февраля, достигала в российских населенных пунктах еще при четырех землетрясениях: 22 января в $11^{\text{h}}04^{\text{m}}$ с $M=5.5$ на восточном побережье Камчатки; 13 сентября в $13^{\text{h}}42^{\text{m}}$ с $M=4.9$ на Сахалине; 21 сентября в $18^{\text{h}}19^{\text{m}}$ с $M=4.7$ на Байкале; 12 декабря в $21^{\text{h}}29^{\text{m}}$ с $M=4.9$ в Чеченской Республике.

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

Карта расположения сейсмических станций на территории России показана на рис. I.1. Положение эпицентров землетрясений России в 2020 г. показано на рис. I.2.

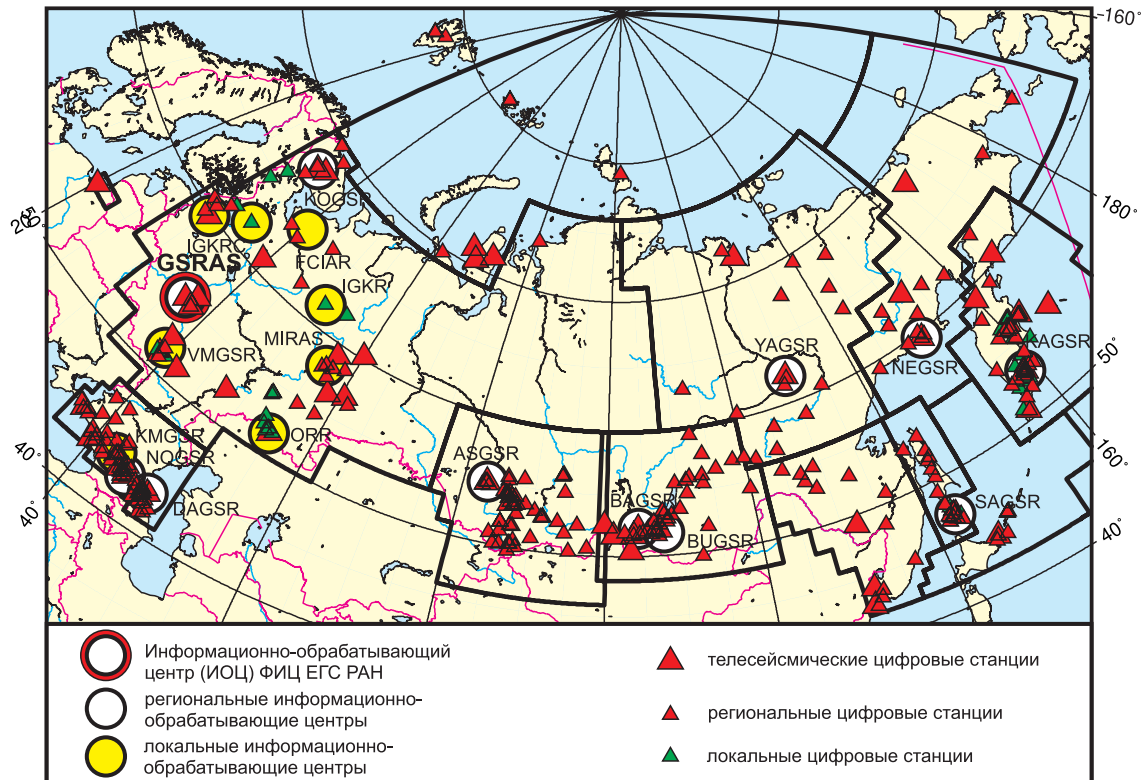


Рис. I.1. Сейсмические станции на территории России в 2020 г.
 Черный шрифт – международные коды сейсмологических центров,
 черные контуры – границы сейсмоактивных регионов

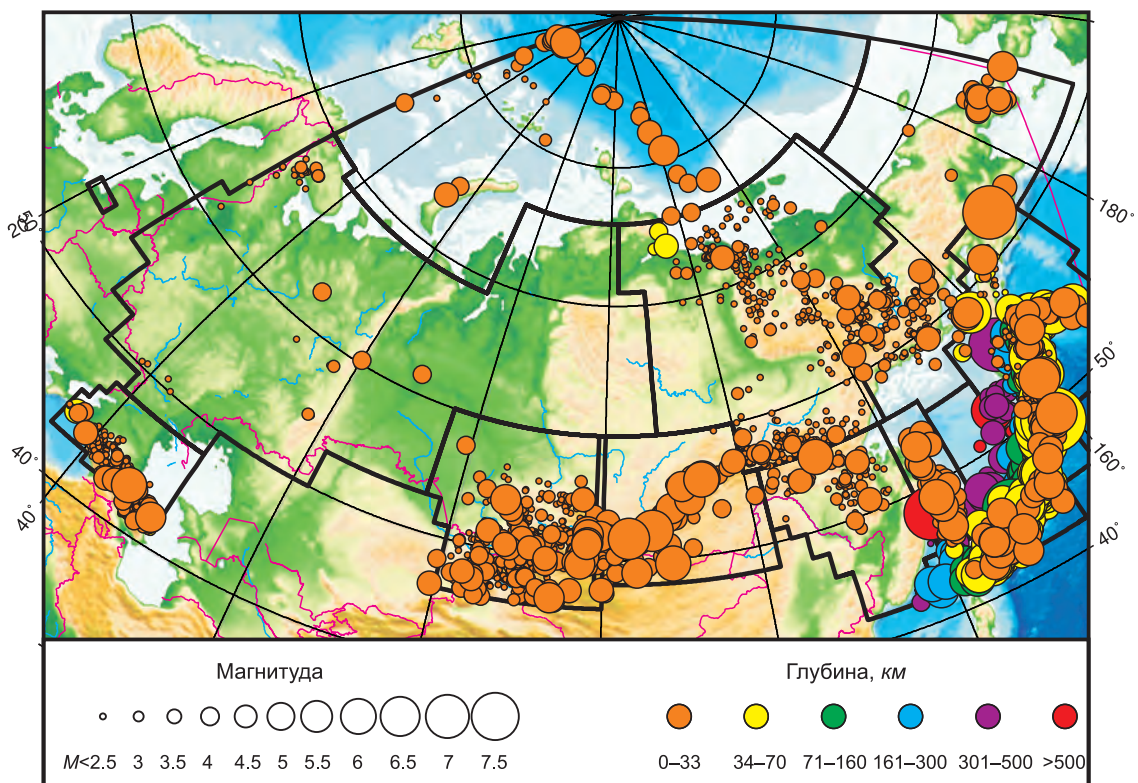


Рис. I.2. Карта эпицентров землетрясений на территории России в 2020 г.

Распределение числа землетрясений в сводном каталоге России за 2020 г. по сейсмоактивным регионам приведено в табл. I.5.

Таблица I.5. Распределение числа землетрясений по магнитуде M в сводном каталоге России за 2020 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	7.0		7.5
Северный Кавказ	838	807	418	155	58	14	5	3	1						2299
ВЕС, Урал и Западная Сибирь	10	23	34	14	13	3									97
Арктика			2	9	8	17	5	2							43
Алтай и Саяны			503	900	191	63	22	9							1688
Прибайкалье и Забайкалье			8	15	54	39	16	9	4	2				147	
Приамурье и Приморье	2	23	25	18	17	2	3		1					91	
Сахалин	9	18	17	135	71	36	16	5	1			1		309	
Курило-Охотский регион	1	1	5	86	415	551	350	183	45	9			1	1647	
Якутия		104	222	92	30	13	3							464	
Северо-Восток России и Чукотка	1	37	81	43	24	16	11	1						214	
Камчатка и Командорские острова		1510	1329	1237	634	297	106	53	19	12	2	2		5202	
Всего землетрясений	861	2523	2644	2704	1515	1051	537	265	71	23	2	3	1	1	12201

Примечание – Жирным шрифтом выделены значения, соответствующие диапазонам представительной регистрации землетрясений.

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).

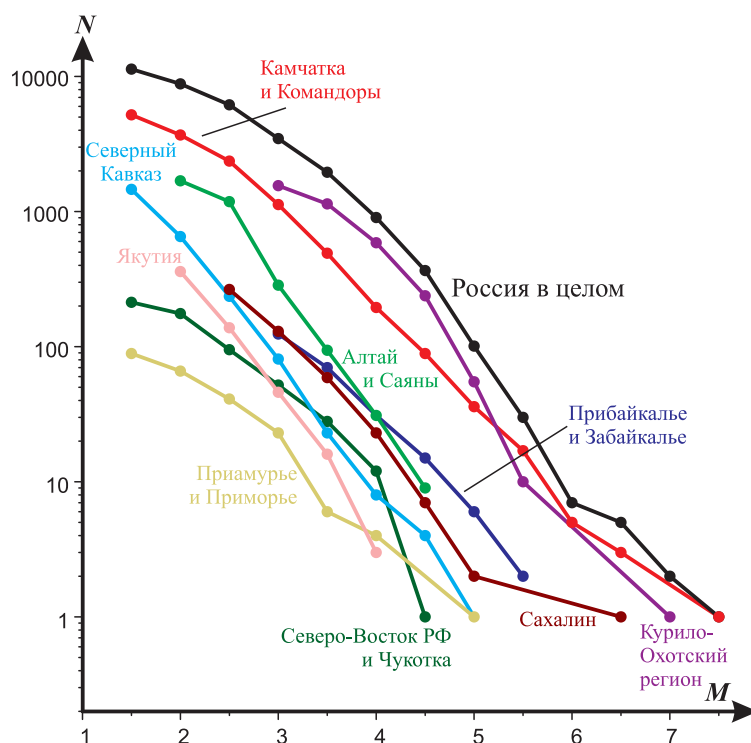


Рис. I.3. Кумулятивные графики повторяемости землетрясений для регионов России за 2020 г.

Как видно из графиков на рис. 1.3, средний для России уровень представительной регистрации землетрясений соответствует примерно магнитуде $M=3.0-3.5$. В отдельных регионах уровень представительной регистрации снижается до $M=2.0-2.5$.

Литература

1. *Границы сейсмоактивных регионов России с 2004 г.* // Землетрясения России в 2020 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2022. – С. 198.
2. *International Seismological Centre. ISCNEWS. January to June 2016.* – URL: <http://isc-mirror.iris.washington.edu/docs/newsletters/2016/2016-1.pdf>. – Internatl. Seis. Cent., Thatcham, United Kingdom, 2016. – P. 3.
3. *Землетрясения России в 2003–2018 гг.* / Гл. ред. А.А. Маловичко. – Обнинск: ГС РАН, ФИЦ ЕГС РАН, 2006–2020.
4. *Землетрясения России в 2019 году* / Гл. ред. А.А. Маловичко. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2021. – 214 с.
5. *Землетрясения России* [сайт]. – [Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2022]. – URL: <http://www.gsgas.ru/zr/> (дата обращения 10.02.2022).
6. *База данных «Землетрясения России»* [сайт]. – [Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2022]. – URL: <http://eqru.gsgas.ru/> (дата обращения 24.01.2022).
7. Чебров В.Н., Гусев А.А., Дроздин Д.В., Мишаткин В.Н., Сергеев В.А., Синуцын 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.
8. *ГОСТ Р 57546-2017.* Землетрясения. Шкала сейсмической интенсивности (ШСИ-17). – М.: Стандартинформ, 2017. – 32 с. (Дата введения 01.09.2017 г.).
9. *ГОСТ 34511-2018.* Землетрясения. Макросейсмическая шкала интенсивности (МШИЗ-18). – М.: Стандартинформ, 2019. – 26 с. (Дата введения 01.09.2019 г.).
10. *Медведев С.В., Шпонхойер В., Карник В.* Шкала сейсмической интенсивности MSK-64. – М.: МГК АН СССР, 1965. – 11 с.