

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.: | | | |
| | 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 | 11 | |
| | | FCIAR | 4 | |
| | | IDG | 2 | |
| | | IGKR | 3 | |

| № | 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 сейсмоинфраструктурных 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 | KMGSR |
| 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.

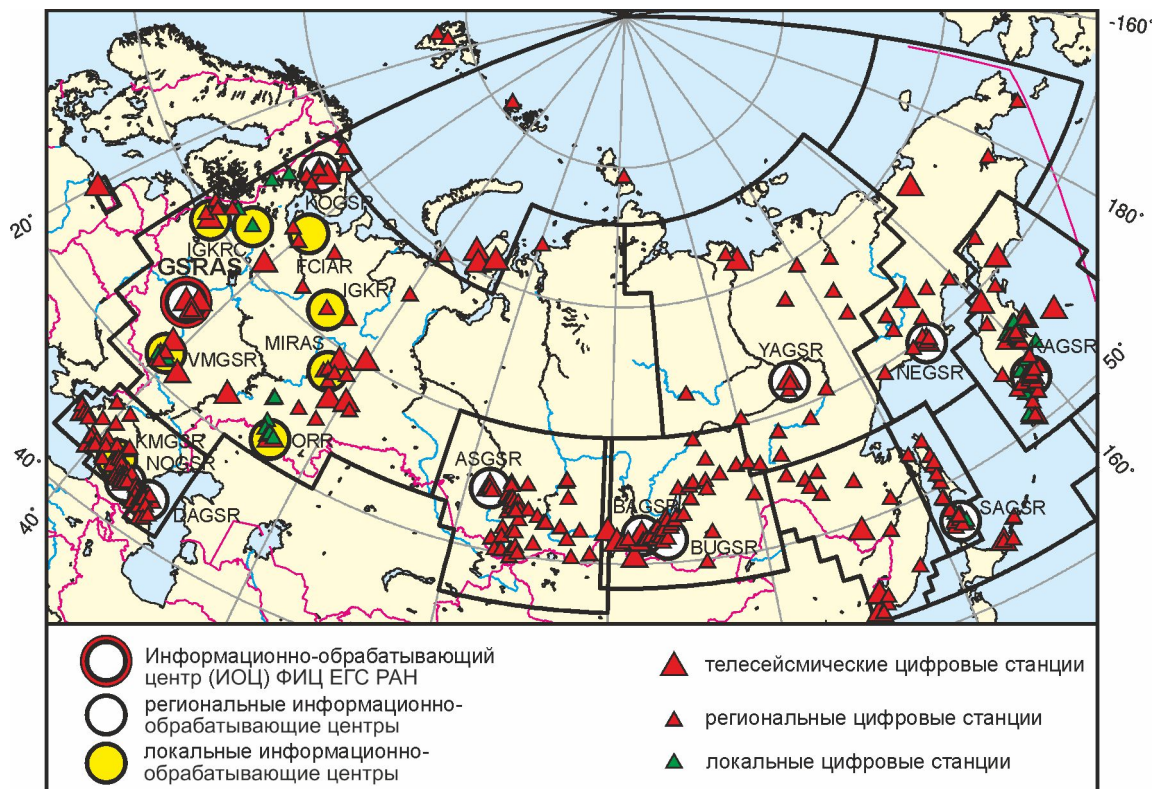


Рис. I.1. Сейсмические станции на территории России в 2021 г.

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

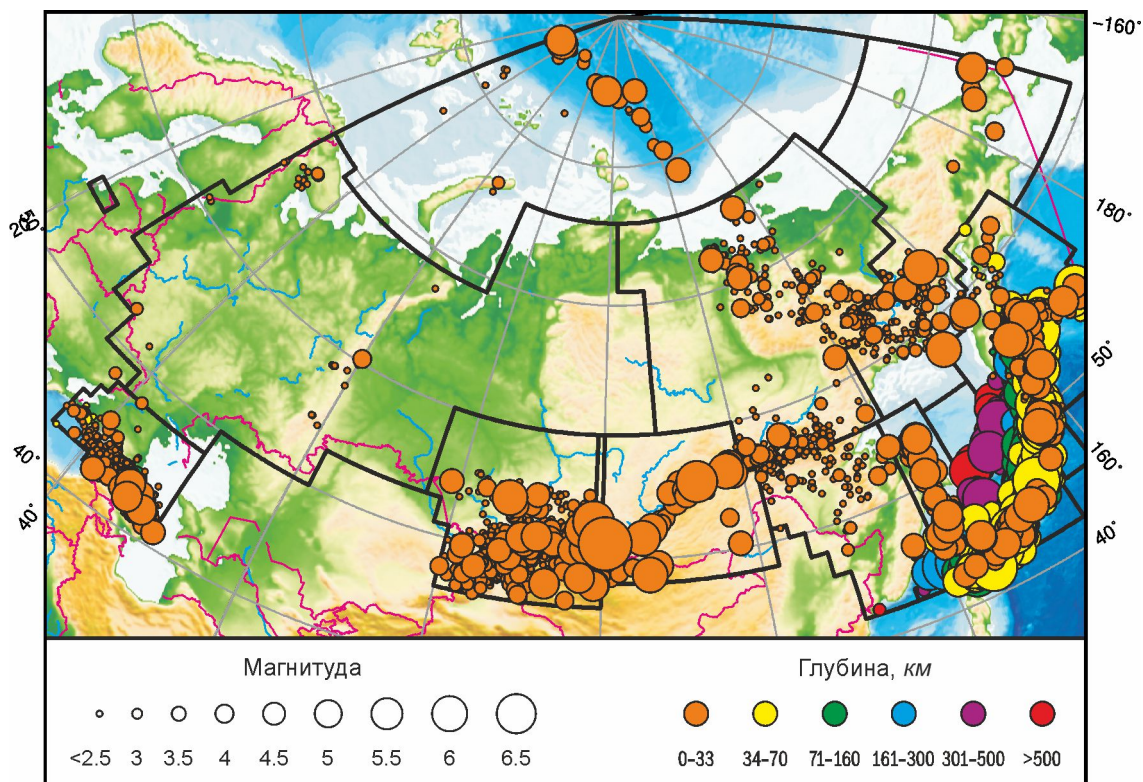


Рис. I.2. Карта эпицентров землетрясений на территории России в 2021 г.

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 .

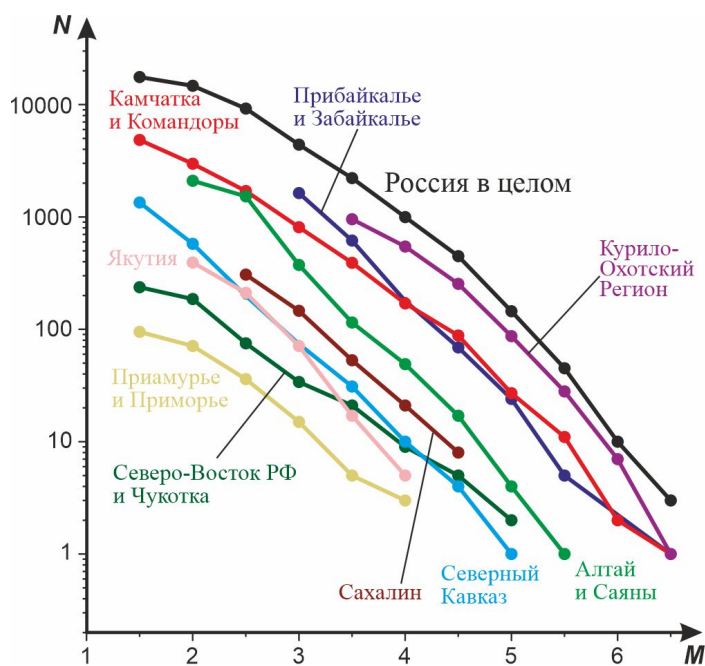


Рис. 1.3. Кумулятивные графики повторяемости землетрясений для регионов России за 2021 г.

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.