

IV. Каталоги землетрясений по различным регионам России

Региональные каталоги землетрясений за 2022 г. содержат основные параметры землетрясений (время возникновения, координаты гипоцентров, энергетические классы, магнитуды и макросейсмические данные) по данным региональных центров. Кроме того, для всех землетрясений рассчитаны значения магнитуды M (MLH , MS). Значения M были использованы в разделе I настоящего сборника для оценки выделившейся сейсмической энергии в регионах по формуле $\lg E$ ($эрг$) = $11.8 + 1.5 \cdot M$ (Gutenberg B., Richter C. Magnitude and energy of earthquakes // *Annali di Geofisica*. 1956. Vol. 9, N 1. P. 1–15) согласно рекомендациям (Кондорская Н.В., Горбунова И.В., Киреев И.А., Вандышева Н.В. О составлении унифицированного каталога сильных землетрясений Северной Евразии по инструментальным данным (1901–1990 гг.) // Сейсмичность и сейсмическое районирование Северной Евразии. Вып. 1. М.: ИФЗ РАН, 1993. С. 76).

В каталоги по регионам добавлялись параметры очагов, определенные в соседних региональных центрах на сопредельных территориях и не имеющие собственных альтернативных решений.

Печатные варианты каталогов сейсмических событий ограничены порогом по магнитуде, различным для разных регионов. Полные каталоги представлены в электронной версии на сайте ежегодника «Землетрясения России» по ссылке «Приложения» в разделе «Содержание ежегодников» (Землетрясения России в 2022 году. Приложения: Список приложений для ежегодника «Землетрясения России в 2022 году» // Землетрясения России [сайт]. 2024. URL: http://www.gsras.ru/zr/app_22.html). Список приложений для настоящего ежегодника приведен в (Пойгина С.Г., Борисов П.А., Хряпина А.И., Красилов С.А. Электронная версия ежегодника «Землетрясения России» // Землетрясения России в 2022 году. Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2024. С. 219–223).

Унификация сейсмологических каталогов по магнитуде

И.П. Габсатарова, С.Г. Пойгина

ФИЦ ЕГС РАН, г. Обнинск

В настоящем ежегоднике в качестве основной энергетической оценки в региональных и сводном каталогах принята расчетная магнитуда M (MS , MLH). Методика расчета магнитуды M для каждого региона в 2022 г. описана ниже, ретроспективно – на сайте БД «Землетрясения России» [1].

Расчет магнитуды M производится из значений магнитуд и энергетических классов, публикуемых в Сейсмологических бюллетенях ФИЦ ЕГС РАН, региональных каталогах подразделений ФИЦ ЕГС РАН и других организаций по описанным ниже формулам в соответствии с [2–14].

Общий подход к методике расчета магнитуды M из магнитуд, публикуемых в Сейсмологических бюллетенях ФИЦ ЕГС РАН (коды центров в каталогах – GSRAS и OBGSR):

– если определена по инструментальным данным MS [11]:

$$M = MS \quad (h < 40),$$

$$M = MS + \Delta MS \quad (h \geq 40),$$

$$\Delta MS(h) = 1.71 \cdot \lg(h) - 2.726 \quad h = 40 - 90,$$

$$\Delta MS(h) = 0.556 \cdot \lg(h) - 0.508 \quad h > 90;$$

– если нет MS , производится пересчет из других типов магнитуд [2]:

$$M = 1.59 \cdot MPSP - 3.67 \quad (h \leq 70),$$

$$M=1.77 \cdot MPSP-5.2 [2] \quad (70 < h \leq 390),$$

$$M=1.85 \cdot MPSP-4.9 [2] \quad (h > 390).$$

Крымско-Черноморский регион

$$M=-2.3+0.55 \cdot K_{\Pi} [13].$$

Северный Кавказ

$$M \approx M_w,$$

$$M=(K_P-4)/1.8 [3, 4].$$

Восточно-Европейская платформа, Урал и Западная Сибирь, восточная часть Балтийского щита

а) каталог лаборатории сейсмического мониторинга ВКМ ФИЦ ЕГС РАН (VMGSR):

$$M=(K_P-4)/1.8 [3, 4],$$

$$M=MS \text{ (для взрывов) [14];}$$

б) каталог Кольского филиала ФИЦ ЕГС РАН (KOGSR), корреляционная зависимость будет уточняться по мере накопления данных:

$$M \approx ML;$$

в) каталог ФИЦ ЕГС РАН (OBGSR, г. Санкт-Петербург) для восточной части Балтийского щита, корреляционная зависимость будет уточняться по мере накопления данных:

$$M \approx ML;$$

г) каталог, составленный ФИЦ ЕГС РАН совместно с ГИ УрО РАН (MIRAS, г. Пермь):

$$M=(K_P-4)/1.8 [3, 4],$$

$$M=0.95 \cdot ML [12];$$

д) каталог Института динамики геосфер РАН (IDG, г. Москва), корреляционная зависимость будет уточняться по мере накопления данных:

$$M \approx ML-0.5;$$

е) каталог, составленный ФИЦ ЕГС РАН совместно с ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН (FCIAR, г. Архангельск), корреляционная зависимость будет уточняться по мере накопления данных:

$$M \approx ML;$$

ж) каталог Института геологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН (IGKR, г. Сыктывкар):

$$M=(K_P-4)/1.8 [3, 4].$$

Арктика

а) Сейсмологический бюллетень ФИЦ ЕГС РАН (GSRAS) [2]:

$$M=MS,$$

$$M=1.59 \cdot MPSP-3.67 [2];$$

б) каталог, составленный ФИЦ ЕГС РАН (OBGSR, г. Обнинск) совместно с ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН (FCIAR, г. Архангельск), корреляционная зависимость будет уточняться по мере накопления данных:

$$M \approx ML;$$

в) каталог Кольского филиала ФИЦ ЕГС РАН (KOGSR), корреляционная зависимость будет уточняться по мере накопления данных:

$$M \approx ML;$$

г) каталог Якутского филиала ФИЦ ЕГС РАН (YAGSR):

$$M=(K_P-4)/1.8 [3, 4],$$

$$M=1.59 \cdot m_b-3.67 [2].$$

Алтай и Саяны

$$M \approx M_w,$$

$$M \approx MLh_{\text{расч}}, \text{ где:}$$

$$MLh_{\text{расч}} = 0.994 \cdot MLh_{\text{набл}} - 0.123 \text{ (Тува) [9],}$$

$$MLh_{\text{расч}} = 0.797 \cdot MLh_{\text{набл}} + 0.670 \text{ (Кузбасс) [9],}$$

$$MLh_{\text{расч}} = 0.746 \cdot MLh_{\text{набл}} + 0.551 \text{ (Алтай) [9].}$$

Прибайкалье и Забайкалье

$$M \approx M_w,$$

$$M = (K_P - 4) / 1.8 \text{ [3, 4]} \quad (K_P \leq 13.0).$$

Приамурье и Приморье

а) для всех землетрясений (коровых и глубоких):

$$M = (K_P - 4) / 1.8 \text{ [3, 4]} \quad (K_P \leq 14.0);$$

в) для землетрясений с $h > 70$ км:

$$M = 1.77 \cdot MPVA - 5.2 \text{ [2]} \quad (70 < h \leq 390),$$

$$M = 1.85 \cdot MPVA - 4.9 \text{ [2]} \quad (h > 390).$$

Сахалин

а) для всех землетрясений:

$$M = (\lg M_0 - 15.4) / 1.6;$$

б) для землетрясений с $h \leq 70$ км:

$$M = MLH,$$

$$M = (K_P - 4) / 1.8 \text{ [3, 4],}$$

$$M = (K_C - 1.2) / 2.0;$$

в) для землетрясений с $h > 70$ км:

$$M = MSH - 0.5 \cdot \lg h + 0.8 \quad (MSH < 6.0),$$

$$M = 1.77 \cdot MPVA - 5.2 \text{ [2]} \quad (70 < h \leq 390).$$

Курило-Охотский регион

а) для всех землетрясений:

$$M = (\lg M_0 - 15.4) / 1.6;$$

б) для землетрясений с $h \leq 70$ км:

$$M = (K_C - 1.2) / 2.0,$$

$$M = (K_S - 4.6) / 1.5;$$

в) для землетрясений с $h > 70$ км:

$$M = MSH - 0.5 \cdot \lg h + 0.8 \quad (MSH < 6.0),$$

$$M = (K_C - 1.2) / 2.0,$$

$$M = (K_S - 4.6) / 1.5,$$

$$M = 1.77 \cdot MPV(B) - 5.5 \text{ [2]} \quad (70 < h \leq 390),$$

$$M = 1.85 \cdot MPV(B) - 5.2 \text{ [2]} \quad (h > 390),$$

$$M = 1.77 \cdot MPVA - 5.2 \text{ [2]} \quad (70 < h \leq 390),$$

$$M = 1.85 \cdot MPVA - 4.9 \text{ [2]} \quad (h > 390).$$

Якутия

$$M = (K_P - 4) / 1.8 \text{ [3, 4]} \quad (K_P \leq 14.0).$$

Северо-Восток России и Чукотка

$$M = (K_P - 4) / 1.8 \text{ [3, 4]} \quad (K_P \leq 14.0).$$

Камчатка и Командорские острова

а) для всех землетрясений:

$$M=M_w,$$

$$M=(K_s-4.6)/1.5.$$

Литература

1. Расчет магнитуды M (MLH , MS) [Электронный ресурс] // База данных «Землетрясения России» [сайт]. – [Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2024]. – URL: http://equ.gsras.ru/files/Calc-magnitude_M_2003-2022.pdf, свободный.
2. Кондорская Н.В., Горбунова И.В., Куреев И.А., Вандышева Н.В. О составлении унифицированного каталога сильных землетрясений Северной Евразии по инструментальным данным (1901–1990 гг.) // Сейсмичность и сейсмическое районирование Северной Евразии. Вып. 1. – М.: ИФЗ РАН, 1993. – С. 76.
3. Раутиан Т.Г. Энергия землетрясений // Методы детального изучения сейсмичности. Глава 4. Труды ИФЗ АН СССР / Отв. ред. Ю.В. Ризниченко. – М.: Изд-во АН СССР, 1960. – № 9 (176). – С. 75–113.
4. Раутиан Т.Г. Об определении энергии землетрясений на расстоянии до 3000 км // Экспериментальная сейсмика. Труды ИФЗ АН СССР. – М.: Наука, 1964. – № 32 (199). – С. 88–93.
5. Соловьев С.Л., Соловьева О.Н. Соотношение между энергетическим классом и магнитудой Курильских землетрясений // Известия АН СССР, серия «Физика Земли». – 1967. – № 2. – С. 13–22.
6. Федотов С.А. Энергетическая классификация Курило-Камчатских землетрясений и проблема магнитуд. – М.: Наука, 1972. – 117 с.
7. Раутиан Т.Г., Халтурин В.И., Закиров М.С., Земцова А.Г., Проскурин А.П., Пустовитенко Б.Г., Пустовитенко А.Н., Синельникова Л.Г., Филина А.Г., Шенгеля И.С. Экспериментальные исследования сейсмической коды / Отв. ред. И.Л. Нерсесов. – М.: Наука, 1981. – С. 85.
8. *New manual of seismological observatory practice (NMSOP-2)* // Bibliothek Wissenschaftspark Albert Einstein [Web Site] / Ed. P. Bormann. – 2012. – URL: <http://bib.telegrafenberg.de/publizieren/vertrieb/nmsop/>
9. Филина А.Г., Дураченко А.В., Галёва Н.А. Уточнение калибровочных функций для определения локальных магнитуд землетрясений Алтае-Саянской горной области // Сейсмические приборы. – 2019. – Т. 55, № 4. – С. 61–73. – DOI: 10.21455/si2019.4-6. – EDN: USAMGI
10. Петрова Н.В., Михайлова Р.С. Соотношения энергетического класса K_r с магнитудами по поверхностным волнам MS , M_S , MLH землетрясений в регионах Северной Евразии // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы Девятой Международной сейсмологической школы / Отв. ред. А.А. Маловичко. – Обнинск: ГС РАН, 2014. – С. 365–369. – EDN: SWDSPN
11. Petrova N.V., Gabsatarova I.P. Depth corrections to surface-wave magnitudes for intermediate and deep earthquakes in the regions of North Eurasia // Journal of Seismology. – 2020. – Vol. 24. – P. 203–219. – DOI: 10.1007/s10950-019-09900-8
12. Верхованцев Ф.Г., Голубева И.В., Дягилев Р.А., Злобина Т.В. Сейсмичность Урала и Западной Сибири в 2016–2017 гг. // Землетрясения Северной Евразии. – 2022. – Вып. 25 (2016–2017). – С. 222–234. – DOI: 10.35540/1818-6254.2022.25.20. – EDN: CFBNRE
13. Пустовитенко Б.Г., Кульчицкий В.Е., Горячун А.В. Землетрясения Крымско-Черноморского региона (инструментальный период наблюдений 1927–1986 гг.) / Отв. ред. Н.В. Кондорская, Н.В. Шебалин. – Киев: Наукова думка, 1989. – С. 36–37.
14. Пивоваров С.П., Ефременко М.А., Пивоваров Р.С. Магнитудные поправки техногенных сейсмических событий на территории Воронежского кристаллического массива // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Тезисы XVII Международной сейсмологической школы / Отв. ред. А.А. Маловичко. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2023. – С. 94. – EDN: RTOEUA