

Унификация сейсмологических каталогов по магнитуде

Расчет магнитуды M (MLH , MS)

И.П. Габсатарова, С.Г. Пойгина

ФИЦ ЕГС РАН, г. Обнинск

В ежегодниках «Землетрясения России» расчет магнитуды M в сводных каталогах сейсмических событий производится из значений магнитуд и энергетических классов, публикуемых в Сейсмологических бюллетенях ФИЦ ЕГС РАН и региональных каталогах подразделений ФИЦ ЕГС РАН и других организаций, работающих в тесном контакте с ФИЦ ЕГС РАН и использующих сходные технологии регистрации и обработки, по приведенным ниже формулам.

Регион код центра	Формула расчета M	Глубина h , км	Условия применения	Автор	Период применения формулы
Россия					
GSRAS, OBGSR	$M=MS$	≤ 70	определена MS	[1]	2003–2018 гг.
	$M=MS+0.8$	> 70	определена MS	[1]	2003–2018 гг.
	$M=MS$	< 40	определена MS	[2]	2019–2023 гг.
	$M=MS+\Delta MS$, где $\Delta MS(h)=1.71 \cdot \lg(h)-2.726$, $\Delta MS(h)=0.556 \cdot \lg(h)-0.508$	≥ 40	определена MS	[2]	2019–2023 гг.
	$M=1.59 \cdot MPLP-3.97$	40–90			
	$M=1.59 \cdot MPSP-3.67$	≤ 70	нет MS	[1]	2003–2019 гг.
	$M=1.77 \cdot MPLP-5.5$	≤ 70	нет MS	[1]	2003–2023 гг.
	$M=1.77 \cdot MPSP-5.2$	71–390	нет MS	[1]	2003–2019 гг.
	$M=1.85 \cdot MPLP-5.2$	71–390	нет MS	[1]	2003–2023 гг.
	$M=1.85 \cdot MPSP-4.9$	> 390	нет MS	[1]	2003–2019 гг.
		> 390	нет MS	[1]	2003–2023 гг.
	Крымско-Черноморский регион				
CFUSG	$M=-2.3+0.55 \cdot K_{II}$	≤ 70		[3]	2023 г.
OBGSR	$M=(K_p-4)/1.8$	любая		[4, 5]	2023 г.
Северный Кавказ					
OBGSR, DAGSR, NOGSR	$M=MS$	≤ 70	определена MS	[1]	2013–2019 гг.
	$M \approx Mw$		определена Mw		2022 г.
	$M=(K_p-4)/1.8$		нет MS и Mw	[4, 5]	2003–2023 гг.
Восточно-Европейская платформа, Урал и Западная Сибирь. Восточная часть Балтийского щита					
GSRAS	$M=MS$	≤ 70	определена MS	[1]	2003–2023 гг.
	$M=MS+0.8$	> 70	определена MS	[1]	2003–2008 гг.
	$M=1.59 \cdot MPLP-3.97$	≤ 70	нет MS	[1]	2003–2012 гг.
	$M=1.59 \cdot MPSP-3.67$	≤ 70	нет MS	[1]	2003–2023 гг.
VMGSR	$M=(K_p-4)/1.8$	любая		[4, 5]	2003–2023 гг.
KOGSR	$M=MS$		для взрывов	[6]	2023 г.
	$M=1.43 \cdot ML-0.02 \cdot ML^2-2.1$			[7]	2003–2009 гг.
	$M \approx ML-0.2$				2010–2013 гг.
OBGSR	$M \approx ML$				2014–2023 гг.
	$M \approx ML$				2010–2023 гг.
MIRAS	$M \approx ML$				2003–2007 гг.
	$M \approx ML-0.5$				2014–2017 гг.
	$M \approx ML-0.5$				2008–2013 гг.
	$M=(K_p-4)/1.8$	любая		[4, 5]	2014–2023 гг.
	$M=0.9 \cdot ML$				2018–2020 гг.
	$M=0.95 \cdot ML$			[8]	2021–2023 г.

Регион код центра	Формула расчета M	Глубина h , км	Условия применения	Автор	Период применения формулы
	$M=1.85 \cdot MPV(B)-5.2$	> 390		[1]	2003–2019 гг.
	$M=1.77 \cdot MPVA-5.2$	71–390		[1]	2003–2022 гг.
	$M=1.85 \cdot MPVA-4.9$	> 390		[1]	2003–2022 гг.
	$M=M_w=(2/3) \cdot (\lg M_0[H \cdot m]-9.1)$	любая		[14]	2023 г.
	$M \approx ML$	любая			2023 г.
Сахалин					
SAGSR	$M=MLH$	≤ 70		[1]	2014–2022 гг.
	$M=(K_C-1.2)/2.0$	≤ 70		[15]	2003–2022 гг.
	$M=(K_C-1.2)/2.0$	> 70		[15]	2023 г.
	$M=(K_P-4)/1.8$	≤ 70		[4, 5]	2008–2023 гг.
	$M=(\lg M_0-15.4)/1.6$	любая		[13]	2013–2022 гг.
	$M=MSH-0.5 \cdot \lg h$	≤ 70	$MSH < 6.0$	[1]	2003–2019 гг.
	$M=1.14 \cdot MSH-0.9 \cdot \lg h$	≤ 70	$MSH \geq 6.0$	[1]	2003–2019 гг.
	$M=1.59 \cdot MPV(B)-3.97$	≤ 70		[1]	2003–2019 гг.
	$M=1.59 \cdot MPVA-3.67$	≤ 70		[1]	2003–2019 гг.
	$M=MSH-0.5 \cdot \lg h+0.8$	> 70	$MSH < 6.0$	[1]	2003–2022 гг.
	$M=1.14 \cdot MSH-0.9 \cdot \lg h+0.8$	> 70	$MSH \geq 6.0$	[1]	2003–2019 гг.
	$M=1.77 \cdot MPV(B)-5.5$	71–390		[1]	2003–2019 гг.
	$M=1.85 \cdot MPV(B)-5.2$	> 390		[1]	2003–2019 гг.
	$M=1.77 \cdot MPVA-5.2$	71–390		[1]	2003–2022 гг.
	$M=1.85 \cdot MPVA-4.9$	> 390		[1]	2003–2019 гг.
	$M=M_w=(2/3) \cdot (\lg M_0[H \cdot m]-9.1)$	любая		[14]	2023 г.
	$M \approx ML$	любая			2023 г.
Курило-Охотский регион					
SAGSR	$M=(\lg M_0-15.4)/1.6$	любая		[13]	2013–2022 гг.
	$M=MLH (MS)$	≤ 70		[1]	2007–2021 гг.
	$M=(K_C-1.2)/2.0$	любая		[15]	2003–2023 гг.
	$M=MSH-0.5 \cdot \lg h$	≤ 70	$MSH < 6.0$	[1]	2003–2019 гг.
	$M=1.14 \cdot MSH-0.9 \cdot \lg h$	≤ 70	$MSH \geq 6.0$	[1]	2003–2019 гг.
	$M=1.59 \cdot MPV(B)-3.97$	≤ 70		[1]	2003–2019 гг.
	$M=1.59 \cdot MPVA-3.67$	≤ 70		[1]	2003–2019 гг.
	$M=MSH-0.5 \cdot \lg h+0.8$	> 70	$MSH < 6.0$	[1]	2003–2022 гг.
	$M=1.14 \cdot MSH-0.9 \cdot \lg h+0.8$	> 70	$MSH \geq 6.0$	[1]	2003–2019 гг.
	$M=1.77 \cdot MPV(B)-5.5$	71–390		[1]	2003–2022 гг.
	$M=1.85 \cdot MPV(B)-5.2$	> 390		[1]	2003–2022 гг.
	$M=1.77 \cdot MPVA-5.2$	71–390		[1]	2003–2022 гг.
	$M=1.85 \cdot MPVA-4.9$	> 390		[1]	2003–2022 гг.
	$M=M_w=(2/3) \cdot (\lg M_0[H \cdot m]-9.1)$	любая		[14]	2023 г.
	$M \approx ML$	любая			2023 г.
	$M=1.74 \cdot MPVA-4.49$	> 70		[16]	2023 г.
KAGSR	$M=(K_S-4.6)/1.5$	любая		[17]	2014–2023 гг.
Якутия					
YAGSR	$M=MS$		определена MS	[1]	2013–2019 гг.
	$M=M_w$				2014 г.
	$M=(K_P-4)/1.8$		$K_P \leq 14.0$	[4, 5]	2003–2023 гг.
	$M=(K_P-8)/1.1$		$K_P > 14.0$		2013–2019 гг.
Северо-Восток России и Чукотка					
NEGSR	$M=MS$		определена MS	[1]	2014–2019 гг.
	$M=(K_P-4)/1.8$		$K_P \leq 14.0$	[4, 5]	2003–2023 гг.
	$M=(K_P-8)/1.1$		$K_P > 14.0$		2010–2019 гг.

Регион код центра	Формула расчета M	Глубина h , км	Условия применения	Автор	Период применения формулы
Камчатка и Командорские острова					
KAGSR	$M=M_w$ $M=(2/3) \cdot (\lg M_0 [H \cdot m] - 9.1)$ $M=(K_S - 4.6)/1.5$ $M=(K_P - 4)/1.8$ $M=MS$	любая любая любая ≤ 70	определена MS ; для отдельных землетрясений с $K_S > 14.0$	[14] [17] [1]	2020–2022 гг. 2023 г. 2003–2023 гг. 2020 г. 2011, 2012, 2015 гг.

Литература

1. 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.
2. 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
3. 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. Шебакин. – Киев: Наукова думка, 1989. – С. 36–37.
4. 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.
5. 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.
6. 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
7. Коломиец А.С., Петров С.И. Восточная часть Балтийского щита // Землетрясения Северной Евразии в 1995 году. – М.: ОИФЗ РАН, 2001. – С. 141. – EDN: VBAIV
8. 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
9. 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.
10. Филина А.Г. Определение энергетических характеристик землетрясений в Алтае-Саянском регионе // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы Девятой Международной сейсмологической школы. – Обнинск: ГС РАН, 2014. – С. 379. – EDN: QZMENL
11. Петрова Н.В., Михайлова Р.С. Соотношения энергетического класса K_P 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. 368. – EDN: SWDSPN
12. 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

13. *Bormann P.* Magnitude of seismic events // New manual of seismological observatory practice (NMSOP). IASPEI / Ed. by P. Bormann. – Potsdam, Germany: GeoForschungsZentrum, 2002. – P. 3-16–3-49.
14. *Kanamori H.* The energy release in great earthquakes // Journal of Geophysical Research. – 1977. – V. 82, N 20. – P. 2981–2987.
15. *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.
16. *Сафонов Д.А.* Переходные соотношения для энергетических характеристик землетрясений Курило-Охотского региона // Вопросы инженерной сейсмологии. – 2024. – Т. 51, № 2. – С. 102–117. – DOI: 10.21455/VIS2024.2-6. – EDN: ZHBDUT
17. *Федотов С.А.* Энергетическая классификация Курило-Камчатских землетрясений и проблема магнитуд. – М.: Наука, 1972. – 117 с.