

Федеральный исследовательский центр
«Единая геофизическая служба
Российской академии наук»

Землетрясения России в 2019 году

Обнинск
2021

УДК 550.348.
ББК 26.217
3-52

**Землетрясения России в 2019 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2021. – 214 с.: ил.
ISSN 1819–852X**

Ежегодник содержит краткие обзоры состояния сейсмических сетей и сейсмичности в различных регионах Российской Федерации в 2019 году. В региональных и сводном каталогах опубликованы основные параметры 13948 землетрясений и 5598 наиболее мощных взрывов, полученные по результатам наблюдений 386 сейсмическими станциями.

Ежегодник предназначен для сейсмологов, геофизиков, геологов и других специалистов в области наук о Земле.

Редакционная коллегия:

член-корреспондент РАН А.А. Маловичко (главный редактор), С.Г. Пойгина (технический редактор), канд. физ.-мат. наук И.П. Габсатарова, канд. техн. наук Ю.А. Виноградов, канд. физ.-мат. наук Р.А. Дягилев, д-р геол.-мин. наук Е.А. Рогожин, д-р физ.-мат. наук В.А. Салтыков, канд. физ.-мат. наук О.Е. Старовойт, Н.А. Гилёва, Т.А. Фокина

Рецензент:

член-корреспондент РАН Г.А. Соболев

Печатается по решению Ученого совета ФИЦ ЕГС РАН от 23 декабря 2020 г.

Подготовка и издание ежегодника осуществлены в рамках государственного задания № 075-00576-21ПР и с использованием данных, полученных на уникальной научной установке «Сейсмоинфразвуковой комплекс мониторинга арктической криолитозоны и комплекс непрерывного сейсмического мониторинга Российской Федерации, сопредельных территорий и мира».

Earthquakes in Russia in 2019. – Obninsk: GS RAS, 2021. – 214 p.: pict.

The annual issue contains brief reviews of seismic networks and seismic activity in different regions of the Russian Federation in 2019. The main parameters of 13948 earthquakes and 5598 explosions obtained by 386 seismic station's observations in regional and total catalogues are publishing.

This publication is intended for seismologists, geophysicists, geologists and other experts in the field of Earth's sciences.

Editorial Staff

Corresponding member of RAS A.A. Malovichko (Editor-in-Chief), S.G. Poygina (Technical Editor), Ph. D. I.P. Gabsatarova, Ph. D. R.A. Dyagilev, Ph. D. Yu.A. Vinogradov, Dr. E.A. Rogozhin, Dr. V.A. Saltykov, Ph. D. O.E. Starovoit, N.A. Gileva, T.A. Fokina

Reviewer

Corresponding member of RAS G.A. Sobolev

ISSN 1819–852X

© Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Федеральный исследовательский центр «Единая геофизическая
служба Российской академии наук», 2021

Содержание

Введение	8
I. Результаты сейсмического мониторинга различных регионов России	10
Общие сведения о сейсмичности России	
Маловичко А.А., Пойгина С.Г.	10
Северный Кавказ	
Габсатарова И.П., Мехрюшев Д.Ю., Королецки Л.Н., Адилов А.З., Магомедов Х.Д., Саяпина А.А., Багаева С.С., Янков А.Ю., Иванова Л.Е.	17
Восточно-Европейская платформа, Урал и Западная Сибирь	
Габсатарова И.П., Верхованцев Ф.Г., Голубева И.В., Дягилев Р.А., Карпинский В.В., Конечная Я.В., Мехрюшев Д.Ю., Надёжка Л.И., Носкова Н.Н., Петров С.И., Пивоваров С.П., Пойгина С.Г., Санина И.А.	25
Арктика	
Морозов А.Н., Антоновская Г.Н., Асминг В.Э., Баранов С.В., Болдырева Н.В., Ваганова Н.В., Виноградов Ю.А., Конечная Я.В., Старкова Н.Н., Федоров А.В., Федоров И.С., Шibaев С.В.	33
Алтай и Саяны	
Еманов А.Ф., Еманов А.А., Фатеев А.В., Шевкунова Е.В., Подкорытова В.Г., Дураченко А.А., Корабельщиков Д.Г., Гладышев Е.А.	37
Прибайкалье и Забайкалье	
Кобелева Е.А., Гилёва Н.А., Хамидулина О.А., Радзиминович Я.Б., Тубанов Ц.А.	45
Приамурье и Приморье, Сахалин и Курило-Охотский регион	
Фокина Т.А., Костылев Д.В., Левин Ю.Н., Михайлов В.И., Сафонов Д.А.	52
Якутия	
Шibaев С.В., Козьмин Б.М., Макаров А.А., Пересыпкин Д.М., Наумова А.В., Старкова Н.Н.	61
Северо-Восток России и Чукотка	
Алёшина Е.И., Курткин С.В.	67
Камчатка и Командорские острова	
Чебров Д.В., Дроздина С.Я., Сеньюков С.Л., Шевченко Ю.В., Митюшкина С.В.	73
II. Количественный анализ сейсмичности	83
Оценка уровня сейсмичности регионов России	
Салтыков В.А., Кравченко Н.М., Пойгина С.Г.	83
Количественный анализ сейсмичности Камчатки	
Салтыков В.А., Кравченко Н.М., Коновалова А.А.	90
III. Результаты детального сейсмического мониторинга	96
Непрерывные наблюдения	96
Вулканы Камчатки	
Сеньюков С.Л., Нуждина И.Н., Чебров Д.В.	96
Юг о. Сахалин	
Михайлов В.И., Семёнова Е.П.	106
Восточная часть Балтийского щита	
Баранов С.В., Карпинский В.В., Лебедев А.А., Мунирова Л.М., Петров С.И., Пойгина С.Г.	111
Район архипелага Шпицберген	
Асминг В.Э., Баранов С.В., Петров С.И.	114

Наблюдения временными сетями	117	
Айгулакское землетрясение 13.09.2019 г. с $M=4.7$ и его афтершоки в структуре сейсмичности Чуйско-Курайской зоны Горного Алтая Еманов А.Ф., Еманов А.А., Фатеев А.В., Шевкунова Е.В., Гладышев Е.А., Антонов И.А.	117	
Бачатский и Краснобродский угольные разрезы (Кузбасс) Еманов А.Ф., Еманов А.А., Фатеев А.В., Шевкунова Е.В., Антонов И.А., Корабельщиков Д.Г.	123	
Эпицентральная область Катав-Ивановского землетрясения 04.09.2018 г. с $M=5.0$ (Урал) Варлашова Ю.В., Верхованцев Ф.Г., Дягилев Р.А., Шулаков Д.Ю.	128	
IV. Каталоги землетрясений по различным регионам России	131	
Северный Кавказ		
Королецьки Л.Н., Адилов З.А., Иванова Л.Е., Багаева С.С. (отв. сост.); Александрова Л.И., Артёмова Е.В., Асекова З.А., Будеева Н.В., Габсатарова И.П., Гамидова А.М., Гричуха К.В., Дмитриева И.Ю., Зверева А.С., Косая В.В., Кулова А.А., Лецук Н.М., Мусалаева З.А., Павличенко И.Н., Петросян Э.Н., Сагателова Е.Ю., Саяпина А.А., Селиванова Е.А., Цирихова Г.В., Шахмарданова С.Г.	135	
Восточно-Европейская платформа, Урал и Западная Сибирь		
Габсатарова И.П., Дягилев Р.А., Баранов С.В., Верхованцев Ф.Г., Голубева И.В., Мунирова Л.М., Надёжка Л.И., Санина И.А. (отв. сост.); Асминг В.Э., Белевская М.А., Ваганова Н.В., Гусева Н.С., Злобина Т.В., Коломиец О.А., Ковалева И.С., Лебедев А.А., Носкова Н.Н., Петров С.И., Старикович Е.Н.	139	
Арктика		
Морозов А.Н., Болдырева Н.В. (отв. сост.); Конечная Я.В., Ваганова Н.В., Баранов С.В., Старкова Н.Н.	143	
Алтай и Саяны		
Подкорытова В.Г. (отв. сост.); Денисенко Г.А., Еманов А.А., Манушина О.А., Подлипская Л.А., Шаталова А.О., Шевелёва С.С., Шевкунова Е.В.	144	
Прибайкалье и Забайкалье		
Гилёва Н.А., Хамидулина О.А. (отв. сост.); Меньшикова Ю.А., Курилко Г.В., Емельянова Л.В., Радзиминович Я.Б., Середкина А.И.	147	
Приамурье и Приморье		
Авдеева Л.И. (отв. сост.); Коваленко Н.С.	150	
Сахалин		
Кругова И.П. (отв. сост.); Лысенко Т.Н., Рунова А.И., Михайлов В.И., Паршина И.А., Ферчева В.Н.	152	
Курило-Охотский регион		
Дорошкевич Е.Н., Фокина Т.А. (отв. сост.); Пиневич М.В., Швидская С.В., Величко Л.Ф., Сохатюк А.С.	155	
Якутия		
Шибаяев С.В., Козьмин Б.М., Старкова Н.Н. (отв. сост.); Хастаева Е.В., Денега Е.Г.	161	
Северо-Восток России и Чукотка		
Алёшина Е.И. (отв. сост.); Чернецова А.Г., Габдрахманова Ю.В., Бугаева А.П.	163	
Камчатка и Командорские острова		
Сенюков С.Л., Дроздина С.Я. (отв. сост.); Карпенко Е.А., Леднева Н.А., Назарова З.А., Толокнова С.Л., Должикова А.Н., Митюшкина С.В., Раевская А.А.	166	
Вулканические районы Камчатки		173
Северная группа вулканов		
Нуждина И.Н. (отв. сост.); Напылова Н.А., Напылова О.А., Кожевникова Т.Ю., Должикова А.Н., Соболевская О.В., Толокнова С.Л.	173	

Авачинская группа вулканов <i>Нуждина И.Н. (отв. сост.); Толокнова С.Л., Назарова З.А., Кожевникова Т.Ю., Соболевская О.В.</i>	174
Мутновско-Гореловская группа вулканов <i>Нуждина И.Н. (отв. сост.); Толокнова С.Л., Кожевникова Т.Ю., Назарова З.А., Соболевская О.В.</i>	174
Вулкан Жупановский <i>Нуждина И.Н. (отв. сост.); Назарова З.А., Кожевникова Т.Ю., Толокнова С.Л., Должикова А.Н.</i>	175
Вулкан Кизимен <i>Нуждина И.Н. (отв. сост.); Кожевникова Т.Ю., Назарова З.А., Соболевская О.В., Толокнова С.Л., Должикова А.Н.</i>	176
Восточная часть Балтийского щита <i>Баранов С.В., Лебедев А.А., Мунирова Л.М. (отв. сост.); Асминг В.Э., Петров С.И., Коломиец О.А., Ковалева И.С.</i>	177
Район архипелага Шпицберген <i>Баранов С.В. (отв. сост.); Асминг В.Э., Ковалева И.С., Петров С.И.</i>	179
Чуйско-Курайская зона Горного Алтая <i>Подкорытова В.Г. (отв. сост.); Денисенко Г.А., Еманов А.А., Манушина О.А., Подлипская Л.А., Шаталова А.О., Шевелёва С.С., Шевкунова Е.В.</i>	180
Район разрезов «Бачатский» и «Краснобродский», Кузбасс <i>Подкорытова В.Г. (отв. сост.); Денисенко Г.А., Еманов А.А., Манушина О.А., Подлипская Л.А., Шаталова А.О., Шевелёва С.С., Шевкунова Е.В.</i>	181
Эпицентральная область Катав-Ивановского землетрясения 04.09.2018 г. <i>Верхоланцев Ф.Г. (отв. сост.); Варлашова Ю.В., Шулаков Д.Ю.</i>	182
V. Сведения о наиболее крупных промышленных взрывах	
<i>Авдеева Л.И., Александрова Л.И., Алёшина Е.И., Асминг В.Э., Бакунович Л.И., Баранов С.В., Белевская М.А., Бугаева А.П., Верхоланцев Ф.Г., Волосов С.Г., Габдрахманова Ю.В., Габса- тарова И.П., Гоев А.Г., Голубева И.В., Гусева Н.С., Данилова Т.В., Денега Е.Г., Денисенко Г.А., Дягилев Р.А., Еманов А.А., Ефременко М.А., Зверева А.С., Злобина Т.В., Зуева И.А., Ивано- ва Л.Е., Калинина Э.В., Карпинская О.В., Ковалева И.С., Коваленко Н.С., Козьмин Б.М., Коломиец О.А., Константиновская Н.Л., Королецьки Л.Н., Косая В.В., Кругова И.П., Лебе- дев А.А., Лецук Н.М., Лысенко Т.Н., Манушина О.А., Мецерьякова В.А., Михайлов В.И., Му- нирова Л.М., Надёжка Л.И., Нестёркина М.А., Панас Н.М., Паршина И.А., Петров С.И., Петросян Э.Н., Пивоваров Р.С., Пивоваров С.П., Подкорытова В.Г., Подлипская Л.А., Руно- ва А.И., Санина И.А., Селиванова Е.А., Семёнов А.Е., Старикович Е.Н., Старкова Н.Н., Тарасов С.А., Ферчева В.Н., Хастаева Е.В., Чернецова А.Г., Шаталова А.О., Шевелёва С.С., Шевкунова Е.В., Шибяев С.В.</i>	183
VI. Механизмы очагов отдельных землетрясений России	
<i>Габсатарова И.П., Гилёва Н.А., Иванова Е.И., Малянова Л.С., Раевская А.А., Сафонов Д.А., Середкина А.И.</i>	195
VII. Электронные приложения на компакт-диске 204	
Содержание электронного приложения <i>Пойгина С.Г., Борисов П.А.</i>	204
Сводный каталог сейсмических событий на территории России	206
Сейсмологические бюллетени сильных землетрясений	207
Интерактивный электронный интерфейс к базе сейсмологических данных <i>Борисов П.А.</i>	208
Сокращенные обозначения и аббревиатуры	209
Приложение. Границы сейсмоактивных регионов России с 2004 г.	213

Contents

Introduction	8
I. Results of regional seismic monitoring within Russia	10
General information on seismicity of Russia	10
North Caucasus	17
East-European platform, Ural Mountains and Western Siberia	25
Arctic	33
Altai and Sayan Mountains	37
Lake Baykal and Transbaykal regions	45
Priamurye and Primorye, Sakhalin and Kuril-Okhotsk region	52
Yakutia	61
North-East of Russia and Chukotka	67
Kamchatka and Commander Islands	73
II. Quantitative analysis of seismicity	83
Estimation of seismicity level of Russian regions	83
Quantitative analysis of Kamchatka seismicity	90
III. Results of detailed seismic monitoring	96
Continuous observations	96
Kamchatka volcanoes	96
South of Sakhalin Island	106
Eastern part of the Baltic Shield	111
Spitsbergen area	114
Observations by temporary networks	117
Aigulak earthquake of 13.09.2019 with $M=4.9$ and its aftershocks in the seismic structure of the Chui-Kurai zone of Gorny Altai	117
The area of Bachatsky and Krasnobrodsky coal mines, Kuzbass	123
Epicenter area of the Katav-Ivanovsk earthquake, 04.09.2018, $M=5.0$ (Urals)	128
IV. Regional catalogues of earthquakes in Russia	131
North Caucasus	135
East-European platform, Ural Mountains and Western Siberia	139
Arctic	143
Altai and Sayan Mountains	144
Lake Baykal and Transbaykal regions	147
Priamurye and Primorye	150
Sakhalin	152

Kuril-Okhotsk region	155
Yakutia	161
North-East of Russia and Chukotka	163
Kamchatka and Commander Islands	166
Volcano regions of Kamchatka	173
Northern group of volcanoes	173
Avacha group of volcanoes	174
Mutnovsky-Gorely group of volcanoes	174
Volcano Zhupanovsky	175
Volcano Kizimen	176
Eastern part of the Baltic Shield	177
Spitsbergen area	179
Chui-Kurai zone of Gorny Altai	180
The area of Bachatsky and Krasnobrodsky coal mines, Kuzbass	181
Epicenter area of the Katav-Ivanovsk earthquake, 04.09.2018	182
V. Information on the most significant industrial explosions	183
VI. Focal mechanisms of selected earthquakes in Russia	195
VII. Electronic appendices on a compact disc	204
Content of the electronic appendix	204
Combined catalogue of seismic events in Russia	206
Seismological bulletins of the strong earthquakes	207
Interactive interface to seismological database	208
Abbreviations	209
Appendix. Borders of seismoactive regions in Russia since 2004	213

Введение

Настоящий ежегодник является продолжением серии, начатой в 2006 г. изданием сборника «Землетрясения России в 2003 году», и включает информацию о сейсмических событиях, произошедших на территории Российской Федерации в 2019 году. Параметры 19546 сейсмических событий получены по результатам сейсмологических наблюдений во всех регионах России, где развернуты сети сейсмических станций Федерального исследовательского центра «Единая геофизическая служба Российской академии наук» (ФИЦ ЕГС РАН) и других организаций, работающих в тесном контакте с ФИЦ ЕГС РАН и использующих сходные технологии регистрации и обработки. Общее число сейсмических станций в 2019 г. составило 386.

В разделе I помещены краткие обзорные статьи о сейсмическом мониторинге регионов и территорий в 2019 г., включающие информацию о сейсмических станциях региональных сетей, карты расположения станций и эпицентров зарегистрированных землетрясений.

В разделе II приведены результаты оценки уровня сейсмичности в регионах Российской Федерации. Сейсмичность большинства регионов России в 2019 г. соответствовала фоновому среднему уровню. Уровень сейсмичности региона «Приамурье и Приморье» оценивается как фоновый пониженный. Здесь же представлены материалы количественного анализа сейсмичности для одного из наиболее сейсмоактивных регионов России – Камчатки и Командорских островов.

В разделе III продолжена публикация результатов детального изучения сейсмических процессов с использованием стационарных и временных сейсмических сетей. Этот раздел традиционно открывается информацией о сейсмическом мониторинге вулканов Камчатки. В 2019 г. высокая сейсмическая и вулканическая активность наблюдалась на вулканах Шивелуч, Безымянный, Ключевской, Плоский Толбачик, Авачинский и Карымский. Традиционно публикуются результаты детального изучения сейсмичности в районах юга Сахалина и восточной части Балтийского щита. Кольский филиал ФИЦ ЕГС РАН публикует результаты сейсмического мониторинга района архипелага Шпицберген. Алтай-Саянский филиал ФИЦ ЕГС РАН приводит результаты детальных наблюдений временными сетями станций в Чуйско-Курайской зоне Горного Алтая, в районе Бачатского и Краснобродского угольных разрезов в Кузбассе.

В разделе IV публикуются каталоги землетрясений по регионам России (с соответствующих представительных магнитуд) и районам детальных исследований. Полные каталоги представлены в электронном виде на CD-ROM, прилагаемом к ежегоднику (разделы IV, VII).

Мониторинг слабой сейсмичности в ряде регионов тесно связан с задачей идентификации промышленных взрывов, сейсмический эффект от которых сопоставим с энергией слабых землетрясений. Поэтому в ежегоднике отдельным разделом представлена информация о промышленных взрывах и событиях, отнесенных к категории «возможно взрыв», полученная по результатам наблюдений региональных и локальных сетей ФИЦ ЕГС РАН и других ведомств в семи регионах России (раздел V).

В разделе VI опубликованы параметры механизмов очагов и диаграмм в нижней полусфере для 119 сильных землетрясений, произошедших в шести регионах: «Камчатка и Командорские острова», «Курило-Охотский регион», «Приамурье и Приморье», «Прибайкалье и Забайкалье», «Сахалин» и «Северный Кавказ».

Для удобства пользования материалами сейсмического мониторинга, включающими каталоги землетрясений и промышленных взрывов, а также списки станций, на прилагаемом к книге оптическом компакт-диске размещена полная электронная

версия ежегодника. Предлагается автоматическая установка базы данных (БД) «Землетрясения России», снабженной интерфейсом электронного ежегодника, позволяющим производить выборку данных о землетрясениях и сейсмических станциях России за 2003–2019 гг. в виде таблиц с визуализацией на картах. База данных «Землетрясения России» дополнена параметрами механизмов очагов сильных землетрясений за 2004–2019 гг.

ФИЦ ЕГС РАН открыт публичный электронный доступ к ежегодно пополняемой БД «Землетрясения России» через Web-ресурс <http://eqru.gsras.ru>. База данных «Землетрясения России» имеет свидетельство о государственной регистрации в Реестре баз данных Федеральной службы по интеллектуальной собственности № 2015620591 от 7 апреля 2015 года.

На первой стороне обложки – карта расположения эпицентров двух сильнейших землетрясений 2019 г. на территории Российской Федерации в районе полуострова Камчатка: 25 июня с $M=6.5$ и 26 июня с $M=6.5$.

IV. Каталоги землетрясений по различным регионам России

Региональные каталоги землетрясений за 2019 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 для оценки выделившейся сейсмической энергии в регионах по формуле $\lg E$ (эрг) = $11.8 + 1.5 \cdot M$ [1] согласно рекомендациям [2].

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

Методика расчета магнитуды M для каждого региона описана ниже.

Расчет магнитуды M (MLH , MS)

Расчет магнитуды M производится из значений магнитуд и энергетических классов, публикуемых в Сейсмологических бюллетенях ФИЦ ЕГС РАН и региональных каталогах подразделений ФИЦ ЕГС РАН по описанным ниже формулам в соответствии с [2–11].

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

– если определена по инструментальным данным MS [11]:

$$\begin{aligned} M &= MS & (h < 40), \\ M &= MS + \Delta MS & (h \geq 40), \\ \Delta MS(h) &= 1.71 \cdot \lg(h) - 2.726 & h = 40 - 90, \\ \Delta MS(h) &= 0.556 \cdot \lg(h) - 0.508 & h > 90; \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} M &= 1.59 \cdot MPLP - 3.97 & (h \leq 70), \\ M &= 1.59 \cdot MPSP - 3.67 & (h \leq 70), \\ M &= 1.77 \cdot MPLP - 5.5 & (70 < h \leq 390), \\ M &= 1.77 \cdot MPSP - 5.2 & (70 < h \leq 390), \\ M &= 1.85 \cdot MPLP - 5.2 & (h > 390), \\ M &= 1.85 \cdot MPSP - 4.9 & (h > 390). \end{aligned}$$

Северный Кавказ

$$\begin{aligned} M &= MS, \\ M &= (K_P - 4) / 1.8. \end{aligned}$$

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

а) Сейсмологический бюллетень ФИЦ ЕГС РАН (GSRAS):

$$\begin{aligned} M &= MS, \\ M &= 1.59 \cdot MPSP - 3.67; \end{aligned}$$

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

$$M = (K_P - 4) / 1.8;$$

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

$$M \approx ML;$$

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

$$M \approx ML;$$

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

$$M = (K_p - 4) / 1.8,$$

$$M = 0.9 \cdot ML;$$

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

$$M \approx ML - 0.5;$$

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

$$M \approx ML;$$

з) каталог Института геологии Карельского научного центра РАН (PTRZ, г. Петрозаводск) для восточной части Балтийского щита, корреляционная зависимость будет уточняться по мере накопления данных:

$$M \approx ML.$$

Арктика

а) Сейсмологический бюллетень ФИЦ ЕГС РАН (GSRAS):

$$M = MS,$$

$$M = 1.59 \cdot MPSP - 3.67;$$

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:

$$M \approx ML.$$

Алтай и Саяны

$$M = MS,$$

$$M \approx MLh_{\text{расч}},$$

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

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

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

Прибайкалье и Забайкалье

$$M \approx M_w,$$

$$M = (K_p - 4) / 1.8 \quad (K_p \leq 14.8).$$

Приамурье и Приморье

а) для всех землетрясений (коровых и глубоких):

$$M = (K_p - 4) / 1.8 \quad (K_p \leq 14.0);$$

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

$$M = MLH (MS),$$

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

$$M = 1.14 \cdot MSH - 0.9 \cdot \lg h \quad (MSH \geq 6.0),$$

$$M = 1.59 \cdot MPV(B) - 3.97,$$

$$M = 1.59 \cdot MPVA - 3.67;$$

в) для землетрясений с $h > 70$ км:

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

$$M = 1.14 \cdot MSH - 0.9 \cdot \lg h + 0.8 \quad (MSH \geq 6.0),$$

$$M = 1.77 \cdot MPV(B) - 5.5 \quad (70 < h \leq 390),$$

$$M = 1.85 \cdot MPV(B) - 5.2 \quad (h > 390),$$

$$M = 1.77 \cdot MPVA - 5.2 \quad (70 < h \leq 390),$$

$$M = 1.85 \cdot MPVA - 4.9 \quad (h > 390).$$

Сахалин

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

$$M = MLH,$$

$$M = (K_p - 4) / 1.8,$$

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

б) для землетрясений с $h > 70$ км:

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

$$M = 1.14 \cdot MSH - 0.9 \cdot \lg h + 0.8 \quad (MSH \geq 6.0),$$

$$M = 1.77 \cdot MPV(B) - 5.5 \quad (70 < h \leq 390),$$

$$M = 1.85 \cdot MPV(B) - 5.2 \quad (h > 390),$$

$$M = 1.77 \cdot MPVA - 5.2 \quad (70 < h \leq 390),$$

$$M = 1.85 \cdot MPVA - 4.9 \quad (h > 390).$$

Курило-Охотский регион

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

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

$$M = MLH (MS),$$

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

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

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

$$M = 1.14 \cdot MSH - 0.9 \cdot \lg h \quad (MSH \geq 6.0),$$

$$M = 1.59 \cdot MPV(B) - 3.97,$$

$$M = 1.59 \cdot MPVA - 3.67;$$

б) для землетрясений с $h > 70$ км:

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

$$M = 1.14 \cdot MSH - 0.9 \cdot \lg h + 0.8 \quad (MSH \geq 6.0),$$

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

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

$$M = 1.77 \cdot MPV(B) - 5.5 \quad (70 < h \leq 390),$$

$$M = 1.85 \cdot MPV(B) - 5.2 \quad (h > 390),$$

$$M = 1.77 \cdot MPVA - 5.2 \quad (70 < h \leq 390),$$

$$M = 1.85 \cdot MPVA - 4.9 \quad (h > 390).$$

Якутия

$$M=MS,$$

$$M=(K_P-4)/1.8 \quad (K_P \leq 14.0),$$

$$M=(K_P-8)/1.1 \quad (K_P > 14.0).$$

Северо-Восток России и Чукотка

$$M=MS,$$

$$M=(K_P-4)/1.8 \quad (K_P \leq 14.0).$$

Камчатка и Командорские острова

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

Литература

1. Gutenberg B., Richter C. Magnitude and energy of earthquakes // *Annali di Geofisica*. – 1956. – Vol. 9, N 1. – P. 1–15.
2. 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.
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
10. 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.
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

Сокращенные обозначения и аббревиатуры

Принятые сокращения

ФИЦ ЕГС РАН	– Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Единая геофизическая служба Российской академии наук»
АЭС	– атомная электростанция
БД	– база данных
БРЗ	– Байкальская рифтовая зона
ВЕП	– Восточно-Европейская платформа
Главное управление ОМ ГО, ЧС и ПБ	– Главное управление мероприятий в области гражданской обороны, защиты от чрезвычайных ситуаций и пожарной безопасности
ГеоЭС	– геотермальная электростанция
ГТУ	– горно-тектонический удар
ГЭС	– гидроэлектростанция
ДВЗЯИ	– Договор о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний
ДВО РАН	– Дальневосточное отделение Российской академии наук
ИГАБМ СО РАН	– Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН
ИОЦ	– информационно-обрабатывающий центр
КМВ	– Кавказские Минеральные Воды
КНЦД	– Казахстанский национальный центр данных
ЛСМ	– лаборатория сейсмического мониторинга
МЧС	– Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий
н.у.м.	– над уровнем моря
ОАО	– Открытое акционерное общество
РИОЦ	– региональный информационно-обрабатывающий центр
рис.	– рисунок
РЭС	– Российский экспертный совет
СОУС	– статистическая оценка уровня сейсмичности (шкала и методика «СОУС'09»)
СП СПЦ	– сейсмическая подсистема Системы предупреждения о цунами
СУБД	– система управления базами данных
СУБР	– Североуральский бокситовый рудник
табл.	– таблица
УрО РАН	– Уральское отделение Российской академии наук
ЦУКС ГУ МЧС России по Сахалинской области	– Федеральное казенное учреждение «Центр управления в кризисных ситуациях Главного управления МЧС России по Сахалинской области»
ЧАО	– Чукотский автономный округ
ШСИ-17	– макросейсмическая шкала
Array	– сейсмическая группа
CD-ROM	– электронный оптический компакт-диск (CD) только для чтения (ROM – read only memory)
DIMAS	– программа обработки сейсмических данных
G	– масса взрывчатого вещества (T)

GSN	– Глобальная сейсмическая сеть
h	– высота станции над уровнем моря (<i>м</i>)
HYP2DT, HYPO71	– программа обработки сейсмических данных
IASPEI91	– глобальная скоростная модель
IMS CTBTO	– Международная система мониторинга, организованная по ДВЗЯИ
ISC	– Международный сейсмологический центр (Англия)
ISF	– Международный формат IASPEI Seismic Format
LocSat	– программа обработки сейсмических данных
MSK-64, МШИЗ-18	– Международная макросейсмическая шкала
Nst	– количество станций, участвовавших в определении параметров гипоцентра сейсмического события
SeisComP3	– программный комплекс обработки сейсмических данных
VSAT	– Very Small Aperture Terminal – малая спутниковая наземная станция
WSG	– программный комплекс обработки сейсмических данных

Оборудование

GS-1, GS-1-3D, GS-3, GS-13	– сейсмометр короткопериодный
LE-3Dlite	– "–
СК-1П	– "–
СКМ-3, СКМ	– "–
СМ-3, СМ-3КВ	– "–
СМ-3вч	– "–
СПВ-3К	– "–
СКД	– сейсмометр длиннопериодный
СМГ-3, СМГ-3Т, СМГ-3ТВ, СМГ-3Т-Polar	– сейсмометр широкополосный
СМГ-3ЕСР, СМГ-3ЕСРС, СМГ-3ЕСРСД, СМГ-3ЕСРСДЕ	– "–
СМГ-6Т, СМГ-6ТД	– "–
СМГ-40Т, СМГ-40Т-1	– "–
СМЕ-4011	– "–
СМЕ-6211	– "–
КС-2000	– "–
L4C-3D, Sercel L4C-3D	– "–
СТС-1, СТС-2, СТС-2.5	– "–
ТС120, ТС120-РН2, ТС120-СВ1	– "–
Trillium Compact 120s	– "–
СМ-3ОС, СМ-3ос	– "–
КС-36000	– сейсмометр скважинный широкополосный
A1638	– акселерометр
АС-73iHHV	– "–
СМГ-5Т, СМГ-5ТД, СМГ-5ТДЕ	– "–
FBA-23	– "–
Guralp Fortis	– "–
ЖЕР-6А3	– "–
ОСП, ОСП-2М	– прибор для записи сильных движений

PAR-4CH	– аналого-цифровой преобразователь
CD24	– цифровая регистрирующая аппаратура
Centaur, Centaur-3	– " –
CMG-DAS-S6, CMG-DAS-U-S6	– " –
CMG-DM24, CMG-DM24S3AM	– " –
CTR3-6S	– " –
DAT-4, DAT-5A	– " –
DM24, DM24mk3	– " –
EAM	– " –
Europa T	– " –
EVROPA	– " –
GBV-316	– " –
GMS^{plus}	– " –
GSR-24	– " –
LS7000XT	– " –
Q330, Q330-HR, Q330-HRS	– " –
Quanterra-4124	– " –
Reftek-130S-01	– " –
SDAS	– " –
UGRA	– " –
Байкал-8, Байкал-8.1, Байкал-8.2, Байкал-10, Байкал-11, Байкал-11м, Байкал-112, Байкал-7HR, Байкал АС-75	– " –
Дельта-03М	– " –
Ермак-5	– " –
Иркут	– " –
СЦСС	– " –
МС	– аналог ЦСС Байкал-11

Оборудование сейсмоинфразвуковых станций

MPA-201 BSWA-Tech, MA-201 BSWA-Tech	– микрофон
MPA-231 BSWA-Tech	– усилитель
L-card E-24	– регистратор

Основные параметры землетрясения

E	– сейсмическая энергия (<i>Дж</i>)
h	– глубина гипоцентра (<i>км</i>)
t_0	– время возникновения сейсмического события (по Гринвичу)
δ	– погрешность определения эпицентра в целом
δh	– погрешность определения глубины гипоцентра (<i>км</i>)
δt_0	– погрешность определения времени возникновения (<i>с</i>)
$\delta\varphi, \delta\lambda$	– погрешность определения эпицентра по широте и долготе (<i>градус, км</i>)
$\lambda, ^\circ$	– долгота (<i>градус</i>)
E	– восточная долгота

$\varphi, ^\circ$	– широта (<i>градус</i>)
N	– северная широта
I_0	– интенсивность сотрясений в баллах по шкалам ШСИ-17, МШИЗ-18 и MSK-64
K	– энергетический класс любой
K_s	– энергетический класс по С.А. Федотову
K_p	– энергетический класс по Т.Г. Раутиан
K_c	– энергетический класс по С.Л. и О.Н. Соловьёвым
M	– магнитуда, идентичная MLH (MS), пересчитанная из других типов магнитуд
ML	– магнитуда локальная разных агентств
MLH (MLV)	– магнитуда по поверхностной волне Релея LH (LV) (аппаратура типа C, B/LP)
MPH	– магнитуда по волне PH (аппаратура типа C/LP)
$MPSP$	– магнитуда по волне PV в дальней ($\Delta > 2000$ км) зоне (аппаратура типа A/SP)
$MPLP$	– магнитуда по волне PV в дальней ($\Delta > 2000$ км) зоне (аппаратура типа C, B/LP)
MPV	– магнитуда по волне PV (аппаратура типа C, B/MP, LP)
$MPVA$	– магнитуда по волне PV в ближней ($\Delta < 500$ км) зоне (аппаратура типа A/SP)
MS	– магнитуда по поверхностной волне Релея LV (аппаратура типа C, B/LP)
MSH	– магнитуда по волне SH (аппаратура типа C/LP)
$MSHA$	– магнитуда по волне SH в ближней ($\Delta < 500$ км) зоне (аппаратура типа A/SP)
M_0	– сейсмический момент
M_w	– магнитуда моментная по Канамори

Параметры механизма очага землетрясения

AZM	– азимут осей (<i>градус</i>) главных напряжений
DP	– угол падения (<i>градус</i>) нодальной плоскости
$NP1$	– первая нодальная плоскость
$NP2$	– вторая нодальная плоскость
PL	– угол погружения (<i>градус</i>) осей главных напряжений относительно горизонта
$SLIP$	– угол скольжения (<i>градус</i>) нодальной плоскости
STK	– азимут (<i>градус</i>) простирания нодальной плоскости
T, N, P	– оси главных напряжений: растяжения (T), промежуточного (N), сжатия (P)

Параметры сейсмического режима

A_{10}	– средняя сейсмическая активность (для $K=10$)
F	– эмпирическая функция распределения выделившейся за определенный временной интервал сейсмической энергии
b	– наклон графика повторяемости при использовании магнитудной шкалы
γ	– наклон графика повторяемости при использовании энергетических классов

Приложение

Границы сейсмоактивных регионов России с 2004 г.

(с 01.01.2006 г. изменены границы регионов «Северо-Восток России и Чукотка» и «Камчатка и Командорские острова», с 01.01.2012 г. – «Северный Кавказ», с 01.01.2015 г. – «Курило-Охотский регион», с 01.01.2017 г. – «Арктика» и «Восточно-Европейская платформа, Урал и Западная Сибирь», с 01.01.2018 г. – внутренние границы региона «Восточно-Европейская платформа, Урал и Западная Сибирь»)

№	Регион, территория	Географические координаты углов контуров регионов (широта N – долгота E, град.)				
1	Северный Кавказ	43.0–36.0 48.0–38.0 41.7–45.5	46.0–36.0 48.0–50.0 42.3–45.5	46.0–37.0 41.0–50.0 42.3–40.5	47.0–37.0 41.0–46.5 43.0–40.5	47.0–38.0 41.7–46.5
2	Восточно-Европейская платформа (ВЕП), Урал и Западная Сибирь, в том числе:					
	Восточно-Европейская платформа	48.0–39.0 55.0–30.5 70.0–37.0 66.0–59.0 50.0–50.0	49.5–39.0 55.0–27.0 69.0–37.0 66.0–56.0 48.0–50.0	49.5–34.0 62.0–27.0 69.0–62.0 61.0–56.0	52.0–34.0 62.0–29.0 67.0–62.0 61.0–54.0	52.0–30.5 70.0–29.0 67.0–59.0 50.0–54.0
	Урал	50.0–54.0 67.0–59.0 66.0–65.0	61.0–54.0 67.0–62.0 65.0–65.0	61.0–56.0 69.0–62.0 65.0–62.0	66.0–56.0 69.0–69.0 50.0–62.0	66.0–59.0 66.0–69.0
	Западная Сибирь	53.0–62.0 69.0–69.0 71.0–108.0	65.0–62.0 69.0–74.0 60.0–108.0	65.0–65.0 76.0–74.0 60.0–76.0	66.0–65.0 76.0–102.0 53.0–76.0	66.0–69.0 71.0–102.0
3	Арктика	70.0–29.0 76.0–162.0	90.0–29.0 76.0–74.0	90.0–192.0 69.0–74.0	74.0–192.0 69.0–37.0	74.0–162.0 70.0–37.0
4	Алтай и Саяны	46.0–80.0 60.0–76.0	51.0–80.0 60.0–100.0	51.0–78.0 46.0–100.0	53.0–78.0	53.0–76.0
5	Прибайкалье и Забайкалье	48.0–99.0 48.0–122.0	60.0–99.0	60.0–120.0	56.0–120.0	56.0–122.0
6	Приамурье и Приморье	42.0–130.0 50.0–126.0 56.0–140.0 43.0–137.0	46.0–130.0 50.0–124.0 45.0–140.0 43.0–136.0	46.0–128.0 51.0–124.0 45.0–138.0 42.0–136.0	48.0–128.0 51.0–122.0 44.0–138.0	48.0–126.0 56.0–122.0 44.0–137.0
7	Сахалин	45.0–140.0 45.0–144.0	56.0–140.0	56.0–146.0	48.0–146.0	48.0–144.0
8	Курило-Охотский регион	42.0–136.0 45.0–138.0 55.0–153.0 42.0–155.0	43.0–136.0 45.0–144.0 49.0–153.0 42.0–136.0	43.0–137.0 48.0–144.0 49.0–159.0	44.0–137.0 48.0–146.0 45.0–159.0	44.0–138.0 55.0–146.0 45.0–155.0
9	Якутия	56.0–120.0 76.0–102.0 66.0–152.5 56.0–141.0	60.0–120.0 76.0–162.0 64.0–152.5	60.0–108.0 68.0–162.0 64.0–145.2	71.0–108.0 68.0–158.5 62.0–145.2	71.0–102.0 66.0–158.5 62.0–141.0
10	Северо-Восток России Чукотка	56.0–141.0 66.0–152.5 74.0–172.0 60.0–161.0 58.0–153.0 63.0–172.0 63.0–174.0	62.0–141.0 66.0–158.5 63.0–172.0 60.0–159.0 55.0–153.0 74.0–172.0	62.0–145.2 68.0–158.5 63.0–163.0 59.0–159.0 55.0–146.0 74.0–192.0	64.0–145.2 68.0–162.0 61.0–163.0 59.0–157.0 56.0–146.0 61.0–192.0	64.0–152.5 74.0–162.0 61.0–161.0 58.0–157.0
11	Камчатка и Командорские острова	49.0–153.0 60.0–159.0 63.0–174.0	58.0–153.0 60.0–161.0 56.0–174.0	58.0–157.0 61.0–161.0 56.0–172.0	59.0–157.0 61.0–163.0 49.0–172.0	59.0–159.0 63.0–163.0

Ежегодное научное издание

ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ РОССИИ В 2019 ГОДУ

Учредитель:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Федеральный исследовательский центр «Единая геофизическая служба
Российской академии наук» (ФИЦ ЕГС РАН)

Подготовка и издание ежегодника осуществлены в рамках государственного задания № 075-00576-21ПР.

Гл. редактор:

член-корреспондент РАН А.А. Маловичко

Редактор, компьютерная верстка: С.Г. Пойгина
Графическое оформление: О.П. Каменская, А.С. Вакуловский
Предпечатная подготовка: А.С. Вакуловский
Корректор: С.В. Бутырина

Адрес редакции, издателя:

249035, г. Обнинск, Калужская обл., пр. Ленина, д. 189
Тел.: 8-484-393-14-05, 8-495-912-68-72. E-mail: frc@gsras.ru

Отпечатано в типографии: ООО «Альпринт»

249030, Калужская обл., г. Обнинск, пр. Маркса, д. 14
Тел./факс: (484) 394-47-77. E-mail: 40print@gmail.com

Дата выхода в свет: 20.05.2021 г.

Формат 60×90/8. Тираж 120 экз.

Усл. печ. л. 26.75. Заказ № 98.

Свободная цена