

Федеральный исследовательский центр
«Единая геофизическая служба
Российской академии наук»

Землетрясения России в 2020 году

Обнинск
2022

УДК 550.348.
ББК 26.217
3-52

**Землетрясения России в 2020 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2022. – 204 с.: ил.
ISSN 1819–852X**

Ежегодник содержит краткие обзоры состояния сейсмических сетей и сейсмичности в различных регионах Российской Федерации в 2020 году. В региональных и сводном каталогах опубликованы основные параметры 12201 землетрясения и 5087 наиболее мощных взрывов, полученные по результатам наблюдений 385 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 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 21 февраля 2022 г.

Подготовка и издание ежегодника выполнены при поддержке Минобрнауки России (в рамках государственного задания № 075-01471-22) 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 2020. – Obninsk: GS RAS, 2022. – 204 p.: pict.

The annual issue contains brief reviews of seismic networks and seismic activity in different regions of the Russian Federation in 2020. The main parameters of 12201 earthquakes and 5087 explosions obtained by 385 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. 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», 2022

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., Королеуки Л.Н., Адилов А.З., Магомедов Х.Д., Саяпина А.А., Багаева С.С., Походенко В.П., Иванова Л.Е.	17
Восточно-Европейская платформа, Урал и Западная Сибирь	
Габсатарова И.П., Асминг С.В., Верхоланцев Ф.Г., Голубева И.В., Дягилев Р.А., Карпинский В.В., Конечная Я.В., Мехрюшев Д.Ю., Надёжка Л.И., Нестеренко М.Ю., Носкова Н.Н., 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., Шибаев С.В.	34
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.	38
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.	53
Якутия	
Шибаев С.В., Козьмин Б.М., Куляндина А.С., Макаров А.А., Туктаров Р.М., Пересыпкин Д.М., Наумова А.В., Старкова Н.Н.	62
Северо-Восток России и Чукотка	
Алёшина Е.И., Курткин С.В.	68
Камчатка и Командорские острова	
Чебров Д.В., Дрознина С.Я., Сеньюков С.Л., Шевченко Ю.В., Митюшкина С.В.	73
II. Количественный анализ сейсмичности	85
Оценка уровня сейсмичности регионов России	
Салтыков В.А., Кравченко Н.М., Пойгина С.Г.	85
Количественный анализ сейсмичности Камчатки	
Салтыков В.А., Кравченко Н.М., Коновалова А.А.	92
III. Результаты детального сейсмического мониторинга	99
Непрерывные наблюдения	99
Вулканы Камчатки	
Сеньюков С.Л., Нуждина И.Н., Чебров Д.В.	99
Юг о. Сахалин	
Михайлов В.И., Семёнова Е.П.	108
Восточная часть Балтийского щита	
Баранов С.В., Асминг С.В., Асминг В.Э., Карпинский В.В., Лебедев А.А., Мунирова Л.М., Пойгина С.Г.	113

Район архипелага Шпицберген	
<i>Асминг В.Э., Баранов С.В., Петров С.И.</i>	117
IV. Каталоги землетрясений по различным регионам России	120
Северный Кавказ	
<i>Габсатарова И.П., Королецьки Л.Н., Адиллов З.А., Багаева С.С., Иванова Л.Е. (отв. сост.);</i> <i>Александрова Л.И., Асекова З.А., Гамидова А.М., Дмитриева И.Ю., Зверева А.С., Косая В.В.,</i> <i>Лецу́к Н.М., Мусалаева З.А., Павличенко И.Н., Петросян Э.Н., Сагателова Е.Ю., Саяпина А.А.,</i> <i>Селиванова Е.А., Твалишвили О.В., Цирихова Г.В., Шахмарданова С.Г.</i>	124
Восточно-Европейская платформа, Урал и Западная Сибирь	
<i>Габсатарова И.П., Дягилев Р.А., Баранов С.В., Верхоланцев Ф.Г., Карпинская О.В.,</i> <i>Мунирова Л.М., Надёжка Л.И., Лебедев А.А. (отв. сост.); Асминг В.Э., Белевская М.А.,</i> <i>Ваганова Н.В., Голубева И.В., Гусева Н.С., Зверева А.С., Коломиец О.А., Носкова Н.Н.,</i> <i>Петров С.И., Старикович Е.Н.</i>	129
Арктика	
<i>Морозов А.Н., Болдырева Н.В. (отв. сост.); Конечная Я.В., Ваганова Н.В., Баранов С.В.,</i> <i>Старкова Н.Н.</i>	133
Алтай и Саяны	
<i>Подкорытова В.Г. (отв. сост.); Денисенко Г.А., Еманов А.А., Манушина О.А.,</i> <i>Подлипская Л.А., Шаталова А.О., Шевелёва С.С., Шевкунова Е.В.</i>	135
Прибайкалье и Забайкалье	
<i>Гилёва Н.А., Хамидулина О.А. (отв. сост.); Меньшикова Ю.А., Курилко Г.В.,</i> <i>Емельянова Л.В., Архипенко Н.С., Радзиминович Я.Б., Филиппова А.И.</i>	139
Приамурье и Приморье	
<i>Авдеева Л.И.</i>	143
Сахалин	
<i>Кругова И.П. (отв. сост.); Лысенко Т.Н., Рунова А.И., Михайлов В.И., Паршина И.А.,</i> <i>Ферчева В.Н.</i>	145
Курило-Охотский регион	
<i>Дорошкевич Е.Н. (отв. сост.); Величко Л.Ф., Карташова О.Л., Лысенко Т.Н.,</i> <i>Пиневич М.В., Швидская С.В.</i>	148
Якутия	
<i>Козьмин Б.М., Старкова Н.Н. (отв. сост.); Хастаева Е.В., Денега Е.Г., Андреева С.А.</i>	153
Северо-Восток России и Чукотка	
<i>Алёшина Е.И. (отв. сост.); Чернецова А.Г., Габдрахманова Ю.В., Бугаева А.П.</i>	156
Камчатка и Командорские острова	
<i>Сенюков С.Л., Дроздина С.Я. (отв. сост.); Карпенко Е.А., Леднева Н.А.,</i> <i>Напылова Н.А., Назарова З.А., Должикова А.Н., Митюшкина С.В., Раевская А.А.,</i> <i>Абубакиров И.Р., Павлов В.М.</i>	158
Вулканические районы Камчатки	164
Северная группа вулканов	
<i>Нуждина И.Н. (отв. сост.); Напылова Н.А., Должикова А.Н., Кожевникова Т.Ю.,</i> <i>Назарова З.А., Соболевская О.В., Напылова О.А.</i>	164
Авачинская группа вулканов	
<i>Нуждина И.Н. (отв. сост.); Кожевникова Т.Ю., Назарова З.А., Толкнова С.Л.</i>	165
Мутновско-Гореловская группа вулканов	
<i>Нуждина И.Н. (отв. сост.); Кожевникова Т.Ю., Назарова З.А., Толкнова С.Л.</i>	165
Вулкан Жупановский	
<i>Нуждина И.Н. (отв. сост.); Кожевникова Т.Ю., Назарова З.А., Толкнова С.Л.</i>	166

Вулкан Кизимен <i>Нуждина И.Н. (отв. сост.); Назарова З.А., Кожевникова Т.Ю., Толокнова С.Л., Соболевская О.В.</i>	167
Вулкан Карымский <i>Нуждина И.Н. (отв. сост.); Назарова З.А., Должикова А.Н.</i>	168
Восточная часть Балтийского щита <i>Баранов С.В., Лебедев А.А., Мунирова Л.М. (отв. сост.); Асминг В.Э., Асминг С.В., Коломиец О.А.</i>	169
Район архипелага Шпицберген <i>Баранов С.В. (отв. сост.); Асминг В.Э., Ковалева И.С., Асминг С.В.</i>	171
V. Сведения о наиболее крупных промышленных взрывах <i>Авдеева Л.И., Александрова Л.И., Алёшина Е.И., Андреева С.А., Асминг В.Э., Бакунович Л.И., Баранов С.В., Белевская М.А., Бугаева А.П., Верхованцев Ф.Г., Волосов С.Г., Габдрахманова Ю.В., Габсатарова И.П., Голубева И.В., Гусева Н.С., Данилова Т.В., Денега Е.Г., Дягилев Р.А., Еманов А.А., Ефременко М.А., Зверева А.С., Зуева И.А., Иванова Л.Е., Калинина Э.В., Карпинская О.В., Козьмин Б.М., Коломиец О.А., Константиновская Н.Л., Королецьки Л.Н., Косая В.В., Кругова И.П., Лебедев А.А., Лещук Н.М., Лысенко Т.Н., Манушина О.А., Мецерьякова В.А., Михайлов В.И., Муниро- ва Л.М., Надёжка Л.И., Паршина И.А., Петров С.И., Петросян Э.Н., Пивоваров Р.С., Пивоваров С.П., Подкорытова В.Г., Подлипская Л.А., Рунова А.И., Санина И.А., Селиванова Е.А., 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.</i>	172
VI. Механизмы очагов отдельных землетрясений России <i>Габсатарова И.П., Гилёва Н.А., Малянова Л.С., Раевская А.А., Сафонов Д.А., Филиппова А.И.</i>	184
VII. Электронная версия ежегодника «Землетрясения России» <i>Пойгина С.Г., Борисов П.А., Хрятина А.И., Красилов С.А.</i>	193
Сайт «Землетрясения России» http://www.gsras.ru/zr	193
Сводный каталог сейсмических событий на территории России	196
Сейсмологические бюллетени землетрясений на территории России	197
База данных «Землетрясения России»	197
Границы сейсмоактивных регионов России с 2004 г.	198
Сокращенные обозначения и аббревиатуры	199

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	34
Altai and Sayan Mountains	38
Lake Baykal and Transbaykal regions	45
Priamurye and Primorye, Sakhalin and Kuril-Okhotsk region	53
Yakutia	62
North-East of Russia and Chukotka	68
Kamchatka and Commander Islands	73
II. Quantitative analysis of seismicity	85
Estimation of seismicity level of Russian regions	85
Quantitative analysis of Kamchatka seismicity	92
III. Results of detailed seismic monitoring	99
Continuous observations	99
Kamchatka volcanoes	99
South of Sakhalin Island	108
Eastern part of the Baltic Shield	113
Spitsbergen area	117
IV. Regional catalogues of earthquakes in Russia	120
North Caucasus	124
East-European platform, Ural Mountains and Western Siberia	129
Arctic	133
Altai and Sayan Mountains	135
Lake Baykal and Transbaykal regions	139
Priamurye and Primorye	143
Sakhalin	145
Kuril-Okhotsk region	148
Yakutia	153
North-East of Russia and Chukotka	156
Kamchatka and Commander Islands	158

Volcano regions of Kamchatka	164
Northern group of volcanoes	164
Avacha group of volcanoes	165
Mutnovsky-Gorely group of volcanoes	165
Volcano Zhupanovsky	166
Volcano Kizimen	167
Volcano Karymsky	168
Eastern part of the Baltic Shield	169
Spitsbergen area	171
V. Information on the most significant industrial explosions	172
VI. Focal mechanisms of selected earthquakes in Russia	184
VII. Electronic version of the collections "Earthquakes in Russia"	193
"Earthquakes in Russia" website http://www.gsras.ruzr	193
Combined catalogue of seismic events in Russia	196
Seismological bulletins of earthquakes in Russia	196
Databases "Earthquakes in Russia"	197
Borders of seismoactive regions in Russia since 2004	198
Abbreviations	199

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 2020 году. Параметры 17288 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 2020 г. составило 385.

В разделе I помещены краткие обзорные статьи о сейсмическом мониторинге регионов и территорий в 2020 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 2020 г. соответствовала фоновому среднему уровню. Уровень сейсмичности региона «Камчатка и Командорские острова» оценивается как высокий, регионов «Прибайкалье и Забайкалье» и «Сахалин» – фоновый повышенный, «Якутия» – фоновый пониженный. Здесь же представлены материалы количественного анализа сейсмичности для одного из наиболее сейсмоактивных регионов России – «Камчатка и Командорские острова».

В разделе III публикуются результаты детального изучения сейсмических процессов с использованием стационарных и временных сейсмических сетей. Этот раздел открывается информацией о сейсмическом мониторинге вулканов Камчатки. В 2020 г. высокая сейсмическая и вулканическая активность наблюдалась на вулканах Шивелуч, Ключевской, Безымянный, Плоский Толбачик, Мутновский 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.

В разделе IV публикуются каталоги землетрясений по регионам России (с соответствующих представительных магнитуд) и районам детальных исследований. Полные каталоги представлены в электронном виде на сайте «Землетрясения России» (раздел 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 112 сильных землетрясений, произошедших в шести регионах России – «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 и списки станций, в 2021 г. создан сайт ежегодника «Землетрясения России» <http://www.gsras.ru/zr>, на котором

в свободном доступе размещены полные электронные версии сборников «Землетрясения России» за 2003–2020 гг. Содержание выпусков размещено в разделе «Содержание ежегодников». По ссылке «Приложения» в разделе «Содержание ежегодников» для каждого ежегодника приводится полнотекстовое содержание электронных приложений (каталоги в формате *xls* и бюллетени в формате *txt*). Свободный доступ к статьям в формате *pdf* для каждого ежегодника предоставляется по ссылке «Содержание» в разделе «Содержание ежегодников», а также на сайте научной электронной библиотеки <https://www.elibrary.ru/>. Статьи индексируются в базе данных *eLibrary* (РИНЦ).

С сайта «Землетрясения России» <http://www.gsras.ru/zr> открыт публичный доступ к ежегодно пополняемой базе данных «Землетрясения России» (через Web-ресурс <http://eqru.gsras.ru>). Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2015620591 от 7 апреля 2015 года. БД снабжена интерфейсом, позволяющим производить выборку данных о землетрясениях и сейсмических станциях России за 2003–2020 гг. с представлением результатов в виде таблиц и на картах. База данных «Землетрясения России» дополнена параметрами механизмов очагов сильных землетрясений за 2004–2020 гг.

На первой стороне обложки – карта расположения эпицентров двух сильнейших землетрясений 2020 г. на территории Российской Федерации в районе Курильских островов: 25 марта с $M=7.5$ и 13 февраля с $M=6.9$.

IV. Каталоги землетрясений по различным регионам России

Региональные каталоги землетрясений за 2020 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.

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» [3]. Приложения для настоящего ежегодника приведены в [4].

Методика расчета магнитуды M для каждого региона в 2020 г. описана ниже, ретроспективно – на сайте БД «Землетрясения России» [5].

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, 6–14].

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 [14]:

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

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

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

Северный Кавказ

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

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

а) Сейсмологический бюллетень ФИЦ ЕГС РАН (GSRAS):

$$M = MS;$$

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 ФИЦ Коми НЦ УрО РАН (IGKR, г. Сыктывкар):

$$M = MS;$$

и) каталог Института геологии КарНЦ РАН (IGKRC, 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:

$$M \approx ML;$$

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

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

Алтай и Саяны

$$M \approx ML_{\text{расч}},$$

$$ML_{\text{расч}} = 0.994 \cdot ML_{\text{набл}} - 0.123 \text{ (Тува) [12]},$$

$$ML_{\text{расч}} = 0.797 \cdot ML_{\text{набл}} + 0.670 \text{ (Кузбасс) [12]},$$

$$ML_{\text{расч}} = 0.746 \cdot ML_{\text{набл}} + 0.551 \text{ (Алтай) [12]}.$$

Прибайкалье и Забайкалье

$$M \approx M_W,$$

$$M = (K_P - 4) / 1.8 \quad (K_P \leq 12.6).$$

Приамурье и Приморье

а) для всех землетрясений (коровых и глубоких):

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

в) для землетрясений с $h > 70$ км:

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

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

Сахалин

а) для всех землетрясений:

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

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

$$M = MLH,$$

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

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

в) для землетрясений с $h > 70$ км:

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

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

Курило-Охотский регион

а) для всех землетрясений:

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

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

$$M = MS,$$

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

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

в) для землетрясений с $h > 70$ км:

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

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

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

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

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

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

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

Якутия

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

Северо-Восток России и Чукотка

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

Камчатка и Командорские острова

а) для всех землетрясений:

$$M = M_W,$$

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

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

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. *Землетрясения России в 2020 году. Приложения* [Электронный ресурс]: Список приложений для ежегодника «Землетрясения России в 2020 году» // Землетрясения России [сайт]. – [Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2022]. – URL: http://www.gsras.ru/zr/app_20.html, свободный.
4. *Пойгина С.Г., Борисов П.А., Хряпина А.И., Красилов С.А.* Электронная версия ежегодника «Землетрясения России» // Землетрясения России в 2020 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2022. – С. 193–197.
5. *Расчет магнитуды M (MLH , MS)* [Электронный ресурс] // База данных «Землетрясения России» [сайт]. – [Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2022]. – URL: http://eqru.gsras.ru/files/Calc-magnitude_S_2003-2019.pdf, свободный.
6. *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.
7. *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.
8. *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.
9. *Федотов С.А.* Энергетическая классификация Курило-Камчатских землетрясений и проблема магнитуд. – М.: Наука, 1972. – 117 с.
10. *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., Шенгелая И.С.* Экспериментальные исследования сейсмической коды / Отв. ред. И.Л. Нерсесов. – М.: Наука, 1981. – С. 85.
11. *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/>
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. <https://doi.org/10.21455/si2019.4-6>
13. *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. 368.
14. *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. <https://doi.org/10.1007/s10950-019-09900-8>

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	56.0–141.0 66.0–152.5 74.0–172.0 60.0–161.0 58.0–153.0	62.0–141.0 66.0–158.5 63.0–172.0 60.0–159.0 55.0–153.0	62.0–145.2 68.0–158.5 63.0–163.0 59.0–159.0 55.0–146.0	64.0–145.2 68.0–162.0 61.0–163.0 59.0–157.0 56.0–146.0	64.0–152.5 74.0–162.0 61.0–161.0 58.0–157.0
	Чукотка	63.0–172.0 63.0–174.0	74.0–172.0	74.0–192.0	61.0–192.0	61.0–174.0
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

Сокращенные обозначения и аббревиатуры

Принятые сокращения

ФИЦ ЕГС РАН	– Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Единая геофизическая служба Российской академии наук»
АСЦМП ГУ МЧС РФ	– Аварийно-спасительный центр мониторинга и прогноза развития чрезвычайных ситуаций Главного управления Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий
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
КМА	– Курская магнитная аномалия
КМВ	– Кавказские Минеральные Воды
КНЦД	– Казахстанский национальный центр данных
ЛИСВА	– лаборатория исследований сейсмической и вулканической активности
ЛСМ	– лаборатория сейсмического мониторинга
МГУ	– Московский государственный университет
Минобрнауки России	– Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
МЧС РФ	– Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий
н.у.м.	– над уровнем моря
ОАО	– Открытое акционерное общество
ОСЗ	– Олёкмо Становая зона
ООО	– общество с ограниченной ответственностью
пгт	– поселок городского типа
РИОЦ	– региональный информационно-обрабатывающий центр
рис.	– рисунок
РЭС	– Российский экспертный совет
СМИ	– средства массовой информации
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
ЦО	– Центральное отделение
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
ШЗР	– Шпицбергенская зона разломов
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
<i>Q</i>	– масса взрывчатого вещества (τ)
GSN	– Глобальная сейсмическая сеть
<i>h</i>	– высота станции над уровнем моря (m)
HYR2DT, HYPO71	– программа обработки сейсмических данных
IASPEI91	– глобальная скоростная модель
IMS СТВТО	– 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	– международные макросейсмические шкалы
<i>Nst</i>	– количество станций, участвовавших в определении параметров гипоцентра сейсмического события
PGA	– пиковое ускорение грунта
VSAT	– Very Small Aperture Terminal – малая спутниковая наземная станция
WSG	– программный комплекс обработки сейсмических данных
Оборудование	
GS-1, GS-3, GS-13	– сейсмометр короткопериодный
LE-3Dlite	– " –
SeisMonitor	– " –
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-3ESP, СМГ-3ESPC, СМГ-3ESPCD, СМГ-3ESPCDE	– " –
СМГ-6Т, СМГ-6ТD	– " –
СМГ-40Т	– " –
СМЕ-4011, СМЕ-6011	– " –

CME-6111, CME-6211	– сейсмометр широкополосный
KS-2000	– "–
L4C-3D, Sercel L4C-3D	– "–
STS-1, STS-2, STS-2.5	– "–
TC120, TC120-PH, TC20-PH2, TC120-SV1, T120-QA-SV1	– "–
CM-30C, CM-30c	– "–
KS-36000	– сейсмометр скважинный широкополосный
A1638	– акселерометр
AC-73iHHV	– "–
CMG-5T, CMG-5TD, CMG-5TDE	– "–
FBA-23	– "–
Guralp Fortis	– "–
JEP-6A3	– "–
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	– "–
GMS^{plus}	– "–
GSR-24	– "–
LS7000XT	– "–
Minimus, Minimus+	– "–
NDAS-RT	– "–
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 ACN	– "–
Дельта-03М	– "–
Ермак-5	– "–
Иркут	– "–
ЦСС	– "–
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

<i>E</i>	– сейсмическая энергия (<i>Дж</i>)
<i>h</i>	– глубина гипоцентра (<i>км</i>)
<i>t</i>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>)
<i>E</i>	– восточная долгота
$\varphi, ^\circ$	– широта (<i>градус</i>)
<i>N</i>	– северная широта
<i>I</i>₀	– интенсивность сотрясений в эпицентре в баллах по шкалам ШСИ-17, МШИЗ-18 и MSK-64
<i>K</i>	– энергетический класс любой
<i>K</i>_S	– энергетический класс по С.А. Федотову
<i>K</i>_P	– энергетический класс по Т.Г. Раутиан
<i>K</i>_C	– энергетический класс по С.Л. и О.Н. Соловьёвым
<i>M</i>	– магнитуда, идентичная <i>MLH (MS)</i> , пересчитанная из других типов магнитуд
<i>ML</i>	– магнитуда локальная разных агентств
<i>MLH (MLV)</i>	– магнитуда по поверхностной волне Релея <i>LH (LV)</i> (аппаратура типа C, B/LP)
<i>MPH</i>	– магнитуда по волне <i>PH</i> (аппаратура типа C/LP)
<i>MPSP</i>	– магнитуда по волне <i>PV</i> в дальней ($\Delta > 2000$ км) зоне (аппаратура типа A/SP)
<i>MPLP</i>	– магнитуда по волне <i>PV</i> в дальней ($\Delta > 2000$ км) зоне (аппаратура типа C, B/LP)
<i>MPV</i>	– магнитуда по волне <i>PV</i> (аппаратура типа C, B/MP, LP)
<i>MPVA</i>	– магнитуда по волне <i>PV</i> в ближней ($\Delta < 500$ км) зоне (аппаратура типа A/SP)
<i>MS</i>	– магнитуда по поверхностной волне Релея <i>LV</i> (аппаратура типа C, B/LP)
<i>MSH</i>	– магнитуда по волне <i>SH</i> (аппаратура типа C/LP)
<i>MSHA</i>	– магнитуда по волне <i>SH</i> в ближней ($\Delta < 500$ км) зоне (аппаратура типа A/SP)
<i>M</i>₀	– сейсмический момент
<i>M</i>_w	– магнитуда моментная по Канамори

Параметры механизма очага землетрясения

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

Параметры сейсмического режима

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

Ежегодное научное издание

ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ РОССИИ В 2020 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 № 075-01471-22.

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: 26.04.2022 г.

Формат 60×90/8. Тираж 120 экз.

Усл. печ. л. 25.5.

Свободная цена