

Федеральный исследовательский центр
«Единая геофизическая служба
Российской академии наук»

Землетрясения России в 2015 году

Обнинск
2017

УДК 550.348

**Землетрясения России в 2015 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2017. – 212 с.: ил. + 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
ISSN 1819–852X**

Ежегодник содержит краткие обзоры состояния сейсмических сетей и сейсмичности в различных регионах Российской Федерации в 2015 году. В региональных и сводном каталогах опубликованы основные параметры 9955 землетрясений и 4877 взрывов, полученные по результатам наблюдений 384 сейсмических станций.

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. физ.-мат. наук Р.С. Михайлова, д-р геол.-мин. наук Е.А. Рогожин, канд. физ.-мат. наук В.А. Салтыков, канд. физ.-мат. наук О.Е. Старовойт, Н.А. Гилёва, Т.А. Фокина

Рецензенты:

член-корреспондент РАН Г.А. Соболев
доктор физ.-мат. наук, профессор В.И. Уломов

Печатается по решению Ученого совета ФИЦ ЕГС РАН от 20 декабря 2016 г.

Подготовка и издание ежегодника осуществлены в рамках п. 136 «Катастрофические эндогенные и экзогенные процессы, включая экстремальные изменения космической погоды: проблемы прогноза и снижения уровня негативных последствий» Программы ФНИ РАН на 2013–2020 гг.

The earthquakes of Russia in 2015. – Obninsk: GS RAS, 2017. – 212 p.: pict. + 1 CD-ROM.

The annual issue contains brief reviews of seismic networks and seismic activity in different regions of the Russian Federation in 2015. The main parameters of 9955 earthquakes and 4877 explosions obtained by 384 seismic station's observations, are published in regional and total catalogues.

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.S. Mikhailova, D. Sc. E.A. Rogozhin, Ph. D. V.A. Saltykov, Ph. D. O.E. Starovoit, N.A. Gileva, T.A. Fokina

Reviewers:

Corresponding member of RAS G.A. Sobolev
Dr., Prof. V.I. Ulomov

ISSN 1819–852X

© Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Федеральный исследовательский центр «Единая геофизическая
служба Российской академии наук», 2017
© Федеральное агентство научных организаций России, 2017

Содержание

Введение	8
I. Результаты сейсмического мониторинга различных регионов России	10
Общие сведения о сейсмичности России	
<i>Маловичко А.А., Пойгина С.Г.</i>	10
Северный Кавказ	
<i>Габсатарова И.П., Даниялов М.Г., Мехрюшев Д.Ю., Погода Э.В., Янков А.Ю.</i>	17
Восточно-Европейская платформа, Урал и Западная Сибирь	
<i>Габсатарова И.П., Голубева И.В., Дягилев Р.А., Карпинский В.В., Мехрюшев Д.Ю., Надёжка Л.И., Нестеренко М.Ю., Петров С.И., Пивоваров С.П., Пойгина С.Г., Санина И.А., Французова В.И.</i>	24
Арктика	
<i>Пойгина С.Г., Болдырева Н.В., Баранов С.В., Французова В.И.</i>	31
Алтай и Саяны	
<i>Еманов А.Ф., Еманов А.А., Лескова Е.В., Подкорытова В.Г., Дураченко А.А., Корабельщиков Д.Г., Чурашев С.А., Гончаров В.Н., Фатеев А.В.</i>	34
Прибайкалье и Забайкалье	
<i>Масальский О.К., Гилёва Н.А., Хамидулина О.А., Тубанов Ц.А.</i>	41
Приамурье и Приморье, Сахалин и Курило-Охотский регион	
<i>Фокина Т.А., Коваленко Н.С., Михайлов В.И., Левин Ю.Н., Лихачёва О.Н.</i>	47
Якутия	
<i>Шибяев С.В., Козьмин Б.М., Петров А.Ф., Тимиршин К.В., Пересыпкин Д.М., Наумова А.В., Старкова Н.Н.</i>	56
Северо-Восток России и Чукотка	
<i>Алёшина Е.И., Курткин С.В.</i>	62
Камчатка и Командорские острова	
<i>Чебров Д.В., Дроздина С.Я., Сеньюков С.Л., Шевченко Ю.В., Митюшкина С.В.</i>	67
II. Количественный анализ сейсмичности	74
Оценка уровня сейсмической активности регионов России	
<i>Салтыков В.А., Кравченко Н.М., Пойгина С.Г., Воропаев П.В.</i>	74
Количественный анализ сейсмичности Камчатки	
<i>Салтыков В.А., Кравченко Н.М.</i>	81
III. Результаты детального сейсмического мониторинга	88
Непрерывные наблюдения	88
Вулканы Камчатки	
<i>Сеньюков С.Л., Нуждина И.Н., Чебров Д.В.</i>	88
Юг о. Сахалин	
<i>Михайлов В.И.</i>	95
Центральные и южные районы Красноярского края	
<i>Герман В.И., Славский А.В.</i>	98
Восточная часть Балтийского щита	
<i>Баранов С.В., Карпинский В.В., Мунирова Л.М., Петров С.И.</i>	101

Наблюдения временными сетями	103
Эпицентральная область Муяканской последовательности землетрясений (Бурятия)	
Гилёва Н.А., Масальский О.К., Кобелева Е.А.	103
Эпицентральная область техногенного Бачатского землетрясения 18.06.2013 г. с $M=5.1$ (Кузбасс)	
Еманов А.Ф., Еманов А.А., Фатеев А.В., Лескова Е.В., Шевкунова Е.В.	108
IV. Каталоги землетрясений по различным регионам России	111
Северный Кавказ	
Габсатарова И.П., Адиллов З.А., Девяткина Л.В., Цирихова Г.В. (отв. сост.); Александрова Л.И., Асекова З.А., Багаева С.С., Войтова А.С., Гамидова А.М., Головкова Л.В., Гричуха К.В., Дмитриева И.Ю., Иванова Л.Е., Калугина И.Ю., Королецьки Л.Н., Косая В.В., Лещук Н.М., Мусалаева З.А., Сагателова Е.Ю., Селиванова Е.А., Павличенко И.Н.	115
Восточно-Европейская платформа, Урал и Западная Сибирь	
Габсатарова И.П., Баранов С.В., Голубева И.В., Дягилев Р.А., Мунирова Л.М., Надёжка Л.И., Санина И.А. (отв. сост.); Асминг В.Э., Бабкова Е.А., Белевская М.А., Ваганова Н.В., Варлашо- ва Ю.В., Волосов С.Г., Данилова Т.В., Злобина Т.В., Карпинская О.В., Коломиец О.А., Констан- тиновская Н.Л., Нахшина Л.П., Нестёркина М.А., Носкова Н.Н., Петров С.И., Пивоваров С.П., Старикович Е.Н., Французова В.И.	119
Арктика	
Французова В.И., Конечная Я.В., Болдырева Н.В.	121
Алтай и Саяны	
Денисенко Г.А., Лескова Е.В., Манушина О.А., Подкорытова В.Г., Подлипская Л.А., Шаталова А.О., Шевелева С.С., Шевкунова Е.В.	122
Прибайкалье и Забайкалье	
Гилёва Н.А., Хамидулина О.А. (отв. сост.); Леонтьева Л.Р., Дреннова Г.Ф., Тигунцева Г.В., Меньшикова Ю.А., Курилко Г.В., Емельянова Л.В., Радзиминевич Я.Б., Середкина А.И.	125
Приамурье и Приморье	
Коваленко Н.С. (отв. сост.)	133
Сахалин	
Сохатюк А.С. (отв. сост.), Децк И.В., Богинская Н.В., Паршина И.А., Ферчева В.Н.	135
Курило-Охотский регион	
Дорошкевич Е.Н. (отв. сост.), Пиневич М.В., Швидская С.В., Величко Л.Ф.	139
Якутия	
Шобаев С.В., Козьмин Б.М., Старкова Н.Н. (отв. сост.); Хастаева Е.В., Москаленко Т.П., Денег Е.Г.	150
Северо-Восток России и Чукотка	
Алёшина Е.И. (отв. сост.), Комарова Р.С., Чернецова А.Г.	154
Камчатка и Командорские острова	
Дрознина С.Я. (отв. сост.), Карпенко Е.А., Леднева Н.А., Должикова А.Н., Назарова З.А., Митюшкина С.В., Раевская А.А.	157
Вулканические районы Камчатки	165
Северная группа вулканов	
Нуждина И.Н. (отв. сост.), Напылова О.А., Напылова Н.А., Демянчук М.В., Соболевская О.В.	165
Авачинская группа вулканов	
Нуждина И.Н. (отв. сост.), Кожевникова Т.Ю., Толокнова С.Л., Назарова З.А., Соболевская О.В.	166

Мутновско-Гореловская группа вулканов <i>Нуждина И.Н. (отв. сост.), Кожевникова Т.Ю., Толокнова С.Л., Назарова З.А., Соболевская О.В.</i>	167
Вулкан Жупановский <i>Нуждина И.Н. (отв. сост.), Кожевникова Т.Ю., Толокнова С.Л., Назарова З.А., Соболевская О.В.</i>	168
Вулкан Кизимен <i>Нуждина И.Н. (отв. сост.), Кожевникова Т.Ю., Толокнова С.Л., Назарова З.А., Соболевская О.В.</i>	169
Центральные и южные районы Красноярского края <i>Славский А.В. (отв. сост.)</i>	171
Восточная часть Балтийского щита <i>Мунирова Л.М., Баранов С.В. (отв. сост.); Асминг В.Э., Карпинская О.В., Нахшина Л.П., Петров С.И.</i>	173
Муяканская последовательность землетрясений (Бурятия) за период с 19 по 31 января 2015 г. <i>Гилёва Н.А., Хамидулина О.А. (отв. сост.), Меньшикова Ю.А., Дреннова Г.Ф., Курилко Г.В., Емельянова Л.В., Сенотрусова Т.Е., Павлова Л.В., Архипенко Н.С., Терёшина Е.Н., Мазаник Е.В., Инешина М.Ф., Федюшкина Я.И., Папкина А.А., Галактионова Н.Н.</i>	174
Район разреза «Бачатский», Кузбасс (зона Бачатского землетрясения 18.06.2013 г.) <i>Лескова Е.В. (отв. сост.), Шевкунова Е.В.</i>	177
V. Сведения о наиболее крупных промышленных взрывах	
<i>Алёшина Е.И., Асминг В.Э., Баранов С.В., Белевская М.А., Богинская Н.В., Варлашова Ю.В., Волосов С.Г., Габсатарова И.П., Голубева И.В., Данилова Т.В., Девяткина Л.В., Денег Е.Г., Денисенко Г.А., Децик И.В., Дягилев Р.А., Злобина Т.В., Иванова Л.Е., Карпинская О.В., Ко- валенко Н.С., Козьмин Б.М., Коломиец О.А., Комарова Р.С., Константиновская Н.Л., Лес- кова Е.В., Лещук Н.М., Манушина О.А., Москаленко Т.П., Мунирова Л.М., Надёжка Л.И., Нахшина Л.П., Нестёркина М.А., Паршина И.А., Петров С.И., Пивоваров С.П., Подкорыто- ва В.Г., Подлипская Л.А., Санина И.А., Селиванова Е.А., Славский А.В., Сохатюк А.С., Стари- кович Е.Н., Старкова Н.Н., Ферчева В.Н., Хастаева Е.В., Чернецова А.Г., Шаталова А.О., Шевелева С.С., Шевкунова Е.В., Шибяев С.В.</i>	178
VI. Механизмы очагов отдельных землетрясений России	
<i>Габсатарова И.П., Гилёва Н.А., Богинская Н.В., Иванова Е.И., Малянова Л.С., Сафонов Д.А., Середкина А.И.</i>	192
VII. Электронные приложения на компакт-диске	202
Содержание электронного приложения <i>Пойгина С.Г., Борисов П.А.</i>	202
Сводный каталог сейсмических событий на территории России	204
Сейсмологические бюллетени сильных землетрясений	205
Интерактивный электронный интерфейс к базе сейсмологических данных <i>Борисов П.А.</i>	206
Сокращенные обозначения и аббревиатуры	207
Приложение. Границы сейсмоактивных регионов России с 2004 г.	211

Contents

Introduction	8
I. Results of seismic monitoring in different regions of Russia	10
General information about seismic activity of Russia	10
Northern Caucasus	17
East-European platform, Ural Mountains and Western Siberia	24
Arctic Basin	31
Altai and Sayan Mountains	34
Lake Baykal and Transbaykal regions	41
Priamurye and Primorye, Sakhalin and Kuril-Okhotsk region	47
Yakutia	56
North-East region of Russia and Chukotka	62
Kamchatka and Komandor Islands	67
II. Quantitative analysis of seismicity	74
Estimation of seismic activity level of Russian regions	74
Quantitative analysis of Kamchatka seismic activity	81
III. Results of detailed seismic monitoring	88
Continuous observations	88
Kamchatka volcanoes	88
Southern Sakhalin	95
Central and Southern regions of Krasnoyarskiy Krai	98
Eastern part of the Baltic shield	101
Observations by temporary networks	103
Muyakan swarm (Buryatia) epicentral area	103
Bachaty earthquake 18.06.2013 ($M=5.1$) epicentral area	108
IV. Catalogues of the earthquakes for different regions of Russia	111
Northern Caucasus	115
East-European platform, Ural Mountains and Western Siberia	119
Arctic Basin	121
Altai and Sayan Mountains	122
Lake Baykal and Transbaykal regions	125
Priamurye and Primorye	133
Sakhalin	135
Kuril-Okhotsk region	139
Yakutia	150

North-East region of Russia	154
Kamchatka and Komandor Islands	157
Volcano regions of Kamchatka	165
Northern group of volcanoes	165
Avacha group of volcanoes	166
Mutnovsky-Gorelyy group of volcanoes	167
Volcano Zhupanovsky	168
Volcano Kizimen	169
Central and Southern regions of Krasnoyarskiy Krai	171
Eastern part of the Baltic shield	173
Muyakan earthquake swarm (Buryatia) for the period from 19 to 31 January 2015	174
Coal cut "Bachatskiy" area, Kuzbass (Bachaty earthquake 18.06.2013 epicentral area)	177
V. Information about most significant industrial explosions	178
VI. Focal mechanisms of some earthquakes of Russia	192
VII. Electronic appendices on a compact disc	202
Contents of the electronic appendix	202
Total catalogue of Russian territory seismic events	204
Seismological bulletins of the strong earthquakes	205
Interactive electronic interface for seismological database	206
Abbreviations	207
Appendix. Seismoactive regional borders of Russia since 2004	211

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 2015 году. Параметры 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 2015 г. составило 384.

В 2015–2016 гг. была проведена реорганизация ряда учреждений РАН, вследствие чего их названия были изменены. В настоящем сборнике приводятся новые названия организаций. Кроме того, в Международном сейсмологическом центре (ISC, Великобритания) началось внедрение в практику новых унифицированных кодов национальных и региональных сейсмологических центров, которыми будут заменены с 2014 г. все старые коды. Поэтому в данном ежегоднике и в последующих будут использоваться новые коды российских сейсмологических центров.

В разделе I помещены краткие обзорные статьи о сейсмическом мониторинге регионов и территорий в 2015 г., включающие информацию о сейсмических станциях региональных сетей, карты расположения станций и эпицентров зарегистрированных землетрясений.

В разделе II приведены результаты оценки уровней сейсмической активности за 2015 г. во всех регионах Российской Федерации. Сейсмичность почти всех регионов России в 2015 г. соответствовала фоновому среднему уровню. Уровень сейсмичности Алтае-Саянского региона 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 2015 г. высокая сейсмическая активность наблюдалась на вулканах Ключевской, Шивелуч и Карымский. Традиционно публикуются результаты детального изучения сейсмичности в районах юга Сахалина, Красноярского края и восточной части Балтийского щита. Алтае-Саянский филиал ФИЦ ЕГС РАН приводит результаты детальных наблюдений в эпицентральной области техногенного Бачатского землетрясения 18.06.2013 г. с $M=5.1$ в Кузбассе. Байкальский филиал ФИЦ ЕГС РАН публикует материалы о детальных исследованиях в эпицентральной области Муяканской последовательности землетрясений вблизи Северомуйского тоннеля трассы БАМ, начавшейся в апреле 2014 г. и продолжавшейся весь 2015 год.

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 (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 121 сильного землетрясения, произошедшего в семи регионах: «Восточно-Европейская платформа, Урал и Западная Сибирь», «Камчатка и Командорские острова», «Курило-Охотский регион», «Прибайкалье и Забайкалье», «Сахалин», «Северный Кавказ» и «Якутия».

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 России и сейсмических станциях за 2003–2015 гг. в виде таблиц с визуализацией на картах. БД «Землетрясения России» дополнена параметрами механизмов очагов сильных землетрясений за 2004–2015 гг.

С начала 2014 г. 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 пяти наиболее значимых землетрясений 2015 г. на территории Российской Федерации: в районе Южных Курильских островов 7 июля с $M=6.3$; у восточного побережья Камчатского полуострова 19 февраля с $M=6.1$; в районе Северных Курильских островов 5 сентября и 14 октября с $M=6.1$; в Забайкальском крае 2 сентября с $M=5.1$.

IV. Каталоги землетрясений по различным регионам России

Региональные каталоги землетрясений за 2015 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 $\lg E = 11.8 + 1.5 \cdot M$ [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 [2–10].

Общий подход к методике расчета магнитуды M из магнитуд, публикуемых в Сейсмологическом бюллетене ФИЦ ЕГС РАН (код центра в каталогах – ОБГСР):

– если определена по инструментальным данным MS :

$$M = MS \quad (h \leq 70),$$

$$M = MS + 0.8 \quad (h > 70);$$

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

$$M = 1.59 \cdot MPLP - 3.97 \quad (h \leq 70),$$

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

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

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

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

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

Северный Кавказ

$$M = MS,$$

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

Восточно-Европейская платформа, Урал и Западная Сибирь

а) Сейсмологический бюллетень ФИЦ ЕГС РАН (GSRAS):

$$M = MS,$$

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

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 (ОБГСР, 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), корреляционная зависимость будет уточняться по мере накопления данных:

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

$$M \approx ML;$$

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 РАН (FCIAR, г. Архангельск), 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 совместно с ФГБУН ФИЦКИА РАН (FCIAR, г. Архангельск), корреляционная зависимость будет уточняться по мере накопления данных:

$$M \approx ML.$$

Алтай и Саяны

$$M=MS,$$

$$K_p=1.55 \cdot ML+3.15;$$

$$MS=0.662 \cdot K_p-3.682^1.$$

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:

$$M=MS,$$

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

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

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

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

в) для землетрясений с $h > 70$ км:

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

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

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

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

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

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

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

¹ Корреляционная зависимость построена А.Г. Филиной [9] и будет уточняться по мере накопления данных.

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

$$M = MLH,$$

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

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

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

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

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

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

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

б) для землетрясений с $h > 70$ км:

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

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

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

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

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

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

Курило-Охотский региона) для землетрясений с $h \leq 70$ км:

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

$$M = MLH,$$

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

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

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

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

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

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

б) для землетрясений с $h > 70$ км:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Якутия

$$M \approx M_w,$$

$$M = MS,$$

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

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

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 // *Ann. 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. Соловьёв С.Л., Соловьёва О.Н. Соотношение между энергетическим классом и магнитудой Курильских землетрясений // *Известия АН СССР, сер. «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., Шенгелая 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)* / Ed. P. Bormann [2012] // *Bibliothek Wissenschaftspark Albert Einstein [сайт]*. – URL: <http://bib.telegrafenberg.de/publizieren/vertrieb/nmsop/>.
9. 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.
10. Ризниченко Ю.В. Проблемы сейсмологии. Избранные труды. – М.: Наука, 1976. – С. 15.

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
БАМ	– Байкало-Амурская магистраль
БД	– база данных
БРЗ	– Байкальская рифтовая зона
ВЕП	– Восточно-Европейская платформа
ГТУ	– горно-тектонический удар
ГеоЭС	– геотермальная электростанция
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
ЛСМ	– лаборатория сейсмического мониторинга
МГУ	– Московский государственный университет
МЧС	– Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий
ОАО	– Открытое акционерное общество
Программа ФНИ РАН	– программа федеральных научных исследований РАН
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
УрО РАН	– Уральское отделение Российской академии наук
ЧАО	– Чукотский автономный округ
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 (m)
GSN	– Глобальная сейсмическая сеть
IASPEI91	– глобальная скоростная модель
IMGG	– сейсмологический центр Института морской геологии и геофизики ДВО РАН (г. Южно-Сахалинск)
IMS СТВТО	– Международная система мониторинга, организованная по ДВЗЯИ
ISC	– Международный сейсмологический центр (Англия)
ISF	– Международный формат IASPEI Seismic Format
h	– высота станции над уровнем моря (m)
НУР2DT	– программа обработки сейсмических данных
LocSat	– программа обработки сейсмических данных

MSK-64	– 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

Оборудование

GS-1, GS-13	– сейсмометр короткопериодный
LE-3Dlite	– " –
Kinematics SV1/SH1	– " –
SeisMonitor	– " –
СК-1П	– " –
СКМ-3, СКМ, СКМ-3М	– " –
СМ-3, СМ-3КВ	– " –
СМ-3вч	– " –
СКД	– сейсмометр длиннопериодный
CMG-3, CMG-3T, CMG-3TB, CMG-3T-Polar, CMG-6T, CMG-6TD	– сейсмометр широкополосный
CMG-3ESP, CMG-3ESPC, CMG-3ESPCD, CMG-3ESPCDE	– " –
CMG-40T, CMG-40T-1	– " –
CME-4011, CME-4311, CME-6011	– " –
KS-2000	– " –
L4C-3D	– " –
STS-1, STS-2	– " –
СМ-3ОС	– " –
KS-36000	– сейсмометр скважинный широкополосный
AC-73iHHV	– акселерометр
A1638	– " –
CMG-5, CMG-5T, CMG-5TD, CMG-5TDE	– " –
FBA-23	– " –
JEP-6A3	– " –
ОСП, ОСП-2М	– прибор для записи сильных движений
PAR-24B, PAR-4CH	– аналого-цифровой преобразователь
CMG-DAS-S6, CMG-DAS-U-S6	– цифровая регистрирующая аппаратура
CMG-DM24, CMG-DM24S3AM	– " –
DAT-4, DAT-5A	– " –
DM24	– " –
EAM	– " –
GMS^{plus}	– " –
GSR-24	– " –
IRIS/IDA	– " –
IRIS/USGS	– " –
LS7000XT	– " –
Q330, Q330HR	– цифровая регистрирующая аппаратура
Q680	– " –
Quanterra-4124	– " –

RefTek 130S-01	– цифровая регистрирующая аппаратура
SDAS	– " –
UGRA	– " –
Байкал, Байкал-8, Байкал-8.1, Байкал-10, Байкал-11, Байкал-111, Байкал-112, Байкал-7HR, Байкал-ACN, Байкал AC-75	– " –
Иркут	– " –
ЦСС	– " –
МС	– аналог ЦСС Байкал-11

Основные параметры землетрясения

E	– сейсмическая энергия (Дж)
h	– глубина гипоцентра (км)
t_0	– время возникновения сейсмического события (по Гринвичу)
δ	– погрешность определения эпицентра в целом
δh	– погрешность определения глубины гипоцентра (км)
δt_0	– погрешность определения времени возникновения (с)
$\delta\varphi, \delta\lambda$	– погрешность определения эпицентра по широте и долготе (градус, км)
$\lambda, ^\circ$	– долгота (градус)
E	– восточная долгота
$\varphi, ^\circ$	– широта (градус)
N	– северная широта
I_0	– интенсивность сотрясений в баллах по шкале 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 С, В/LP)
MPH	– магнитуда по волне PH (аппаратура типа С/LP)
$MPSP$	– магнитуда по волне PV в дальней ($\Delta > 2000$ км) зоне (аппаратура типа А/SP)
$MPLP$	– магнитуда по волне PV в дальней ($\Delta > 2000$ км) зоне (аппаратура типа С, В/LP)
MPV	– магнитуда по волне PV (аппаратура типа С, В/MP, LP)
$MPVA$	– магнитуда по волне PV в ближней ($\Delta < 500$ км) зоне (аппаратура типа А/SP)
MS	– магнитуда по поверхностной волне Релея LV (аппаратура типа С, В/LP)
MSH	– магнитуда по волне SH (аппаратура типа С/LP)
$MSHA$	– магнитуда по волне SH в ближней ($\Delta < 500$ км) зоне (аппаратура типа А/SP)
M_0	– сейсмический момент
M_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

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»)

№	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 70.0–62.0 48.0–50.0	49.5–39.0 55.0–27.0 66.0–62.0	49.5–34.0 62.0–27.0 66.0–56.0	52.0–34.0 62.0–29.0 50.0–56.0	52.0–30.5 70.0–29.0 50.0–50.0
	Урал	50.0–56.0	66.0–56.0	66.0–62.0	50.0–62.0	
	Западная Сибирь	53.0–62.0 71.0–102.0	70.0–62.0 71.0–108.0	70.0–68.0 60.0–108.0	76.0–68.0 60.0–76.0	76.0–102.0 53.0–76.0
3	Арктика	70.0–29.0 76.0–162.0	90.0–29.0 76.0–68.0	90.0–192.0 70.0–68.0	74.0–192.0	74.0–162.0
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

Ежегодное научное издание

ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ РОССИИ В 2015 ГОДУ

Подготовка и издание ежегодника осуществлены в рамках п. 136 «Катастрофические эндогенные и экзогенные процессы, включая экстремальные изменения космической погоды: проблемы прогноза и снижения уровня негативных последствий» Программы ФНИ РАН на 2013–2020 гг.

Компьютерная верстка *С.Г. Пойгина*
Графическое оформление *О.П. Каменская*
Предпечатная подготовка *А.С. Вакуловский*

Подписано к печати 03.05.2017 г.

Усл. печ. л. 26.5.

Тираж 305 экз. Заказ 47.

Отпечатано ООО «Альпринт»
249030, Калужская обл., г. Обнинск, пр. Маркса, д. 14
Тел./факс: (48439) 4-47-77. E-mail: 40print@gmail.com