

Российская академия наук  
Геофизическая служба

# **Землетрясения России в 2006 году**

Обнинск  
2009

УДК 550.348

**Землетрясения России в 2006 году. – Обнинск: ГС РАН, 2009. – 216 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 2006 году. В региональных и сводном каталогах опубликованы основные параметры 7867 землетрясений, полученные по результатам наблюдений 262 сейсмостанций.

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

**Редакционная коллегия:**

Член-корреспондент РАН А.А. Маловичко (главный редактор), И.П. Габсатарова (ответственный редактор), С.Г. Пойгина (технический редактор), Н.А. Гилева, доктор техн. наук А.Ф. Еманов, В.И. Левина, канд. физ.-мат. наук Р.С. Михайлова, канд. физ.-мат. наук В.Н. Мишаткин, доктор геол.-мин. наук Е.А. Рогожин, доктор геол.-мин. наук В.С. Селезнев, канд. физ.-мат. наук О.Е. Старовойт, А.Г. Филина, Т.А. Фокина

**Рецензенты:**

член-корреспондент РАН Г.А. Соболев  
член-корреспондент АН РУз, профессор В.И. Уломов

Печатается по решению Ученого совета ГС РАН от 22 апреля 2008 г.

Подготовка и издание ежегодника осуществлены в рамках Программы фундаментальных исследований Президиума РАН № 16 «Изменение окружающей среды и климата: природные катастрофы», проект 1.7.

**The earthquakes of Russia in 2006. – Obninsk: GS RAS, 2009. – 216 pp.: pict. + 1 CD-ROM.**

The annual issue contains brief reviews of seismic networks and seismic activity in different regions of the Russian Federation in 2006. The main parameters of 7867 earthquakes obtained by 262 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 (main editor), I.P. Gabsatarova (responsible editor), S.G. Poigina (technical editor), N.A. Gileva, D. Sc. A.F. Emanov, V.I. Levina, Ph. D. R.S. Mikhailova, Ph. D. V.N. Mishatkin, D. Sc. E.A. Rogozhin, D. Sc. V.S. Seleznev, Ph. D. O.E. Starovoit, A.G. Filina, T.A. Fokina

**Reviewers:**

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

ISSN 1819–852X

© Геофизическая служба РАН, 2009  
© Российская академия наук, 2009

## Содержание

|   |            |
|---|------------|
| Введение.....   | 7          |
| <b>I. Результаты сейсмических наблюдений в различных регионах России.....</b>   | <b>9</b>   |
| I.1. Общие сведения о сейсмичности России.....  | 9          |
| I.2. Северный Кавказ .....  | 14         |
| I.3. Восточно-Европейская платформа, Урал и Западная Сибирь.....  | 18         |
| I.4. Арктика .....  | 22         |
| I.5. Алтай и Саяны .....  | 23         |
| I.6. Прибайкалье и Забайкалье .....   | 27         |
| I.7. Приамурье и Приморье, Сахалин и Курило-Охотский регион.....  | 31         |
| I.8. Якутия.....  | 35         |
| I.9. Северо-Восток России и Чукотка .....   | 38         |
| I.10. Камчатка и Командорские острова.....  | 42         |
| <b>II. Анализ сейсмических данных.....</b>  | <b>48</b>  |
| II.1. Количественный анализ сейсмичности Камчатки.....  | 48         |
| <b>III. Результаты детального сейсмического мониторинга<br/>локальных зон и объектов .....</b>                                      | <b>58</b>  |
| III.1. Сейсмический мониторинг вулканов Камчатки и вулкана Алаид.....   | 58         |
| III.2. Сейсмический мониторинг в эпицентральной зоне<br>Олюторского землетрясения 20.04.2006 г., $M_w=7.6$ (Корякское нагорье)..... | 64         |
| III.3. Сейсмический мониторинг юга о. Сахалин.....  | 67         |
| III.4. Сейсмический мониторинг восточного фланга<br>Олёкмо-Становой сеймотектонической зоны на юге Якутии.....                      | 71         |
| III.5. Сейсмический мониторинг района Урэг-Нурского землетрясения<br>15.05.1970 г., $M_S=7.0$ (Горный Алтай, Монголия).....         | 73         |
| III.6. Сейсмический мониторинг в эпицентральной зоне<br>Чуйского землетрясения 27.09.2003 г., $M_S=7.3$ (Алтай) .....               | 77         |
| III.7. Сейсмический мониторинг территории Кольского полуострова.....  | 81         |
| <b>IV. Сведения о наиболее крупных промышленных взрывах.....</b>  | <b>83</b>  |
| <b>V. Каталоги землетрясений по различным регионам России .....</b>   | <b>105</b> |
| V.1. Северный Кавказ .....  | 108        |
| V.2. Восточно-Европейская платформа, Урал и Западная Сибирь.....  | 117        |
| V.3. Арктика .....  | 118        |
| V.4. Алтай и Саяны .....  | 119        |
| V.5. Прибайкалье и Забайкалье .....   | 121        |
| V.6. Приамурье и Приморье.....  | 132        |
| V.7. Сахалин .....  | 134        |

|  |            |
|--|------------|
| V.8. Курило-Охотский регион .....  | 136        |
| V.9. Якутия.....   | 143        |
| V.10. Северо-Восток России и Чукотка .....   | 156        |
| V.11. Камчатка и Командорские острова.....   | 158        |
| V.12. Вулканические районы Камчатки .....  | 175        |
| Северная группа вулканов.....  | 175        |
| Авачинская группа вулканов .....   | 177        |
| V.13. Эпицентральная зона Олюторского землетрясения<br>20.04.2006 г., $M_w=7.6$ (Корякское нагорье).....   | 178        |
| V.14. Юг о. Сахалин.....   | 191        |
| V.15. Восточный фланг Олекмо-Становой сеймотектонической<br>зоны на юге Якутии .....                       | 198        |
| V.16. Район Урэг-Нурского землетрясения<br>15.05.1970 г., $MS=7.0$ (Горный Алтай, Монголия).....           | 199        |
| V.17. Эпицентральная зона Чуйского землетрясения<br>27.09.2003 г., $MS=7.3$ (Алтай) .....                  | 200        |
| <b>VI. Механизмы очагов отдельных землетрясений России.....</b>  | <b>202</b> |
| <b>VII. Сводный каталог землетрясений на территории России .....</b>                                       | <b>205</b> |
| <b>VIII. Сейсмологические бюллетени сильных землетрясений .....</b>  | <b>205</b> |
| <b>IX. Интерактивный электронный интерфейс для анализа<br/>    сейсмологических данных.....</b>            | <b>205</b> |
| Сокращенные обозначения и аббревиатуры .....   | 207        |
| Литература .....   | 209        |
| Приложение 1. Границы сейсмоактивных регионов России с 2004 г.....   | 212        |
| Приложение 2. Модель источников землетрясений для сейсмического<br>районирования Российской Федерации..... | 213        |

## Contents

|   |            |
|---|------------|
| Introduction .....  | 7          |
| <b>I. Results of seismic observations in different regions of Russia .....</b>                                    | <b>9</b>   |
| I.1. General information about seismic activity of Russia .....   | 9          |
| I.2. Northern Caucasus .....  | 14         |
| I.3. East-European platform, Ural Mountains and Western Siberia .....   | 18         |
| I.4. Arctic Basin.....  | 22         |
| I.5. Altai and Sayan Mountains .....  | 23         |
| I.6. Lake Baykal and Transbaykal regions .....  | 27         |
| I.7. Priamurye and Primorye, Sakhalin and Kuril-Okhotsk region .....  | 31         |
| I.8. Yakutia .....  | 35         |
| I.9. North-East region of Russia and Chukotka.....  | 38         |
| I.10. Kamchatka and Komandor Islands .....  | 42         |
| <b>II. Analysis of seismic data .....</b>   | <b>48</b>  |
| II.1. Quantitative analysis of Kamchatka seismic activity.....  | 48         |
| <b>III. Results of detailed seismic monitoring of local zones and objects .....</b>                               | <b>58</b>  |
| III.1. Seismic monitoring of Kamchatka volcanoes and Alaid volcano.....   | 58         |
| III.2. Seismic monitoring in epicenter zone of Olutorskoe earthquake 20.04.2006, $M_w=7.6$ (Koryak uplands).....  | 64         |
| III.3. Seismic monitoring of Southern Sakhalin.....   | 67         |
| III.4. Seismic monitoring of eastern flank of the Olekma-Stanovoy seismic tectonic zone in southern Yakutia ..... | 71         |
| III.5. Seismic monitoring of Ureg-Nur earthquake 15.05.1970, $M_S=7.0$ (Mountain Altai, Mongolia).....            | 73         |
| III.6. Seismic monitoring in epicenter zone of Chuisk earthquake 27.09.2003, $M_S=7.3$ (Altai).....               | 77         |
| III.7. Seismic monitoring of Kola peninsula territory.....  | 81         |
| <b>IV. Information about most significant industrial explosions.....</b>  | <b>83</b>  |
| <b>V. Catalogues of the earthquakes for different regions of Russia .....</b>                                     | <b>105</b> |
| V.1. Northern Caucasus .....  | 108        |
| V.2. East-European platform, Ural Mountains and Western Siberia.....  | 117        |
| V.3. Arctic Basin.....  | 118        |
| V.4. Altai and Sayan Mountains .....  | 119        |
| V.5. Lake Baykal and Transbaykal regions .....  | 121        |
| V.6. Priamurye and Primorye.....  | 132        |
| V.7. Sakhalin.....  | 134        |

|  |            |
|--|------------|
| V.8. Kuril-Okhotsk region .....  | 136        |
| V.9. Yakutia .....   | 143        |
| V.10. North-East region of Russia and Chukotka.....  | 156        |
| V.11. Kamchatka and Komandor Islands .....   | 158        |
| V.12. Volcano regions of Kamchatka .....   | 175        |
| Northern group of volcanoes.....   | 175        |
| Avacha group of volcanoes .....  | 177        |
| V.13. Epicenter zone of Olutorskoe earthquake<br>20.04.2006, <i>MS</i> =7.7 (Koryak uplands) .....           | 178        |
| V.14. Southern Sakhalin .....  | 191        |
| V.15. Eastern flank of the Olekma-Stanovoy seismic tectonic<br>zone in Southern Yakutia .....                | 198        |
| V.16. Ureg-Nur earthquake area<br>15.05.1970, <i>MS</i> =7.0 (Mountain Altai, Mongolia).....                 | 199        |
| V.17. Epicenter zone of Chuisk earthquake<br>27.09.2003, <i>MS</i> =7.3 (Altai).....                         | 200        |
| <b>VI. Focal mechanisms of some earthquakes of Russia.....</b>   | <b>202</b> |
| <b>VII. Summary catalogue of Russian territory earthquakes.....</b>  | <b>205</b> |
| <b>VIII. Seismological bulletins of the strong earthquakes .....</b>   | <b>205</b> |
| <b>IX. Interactive electronic interface for analysis of<br/>    seismological data .....</b>                 | <b>205</b> |
| Abbreviations .....  | 207        |
| Bibliography.....  | 209        |
| Appendix 1. Seismoactive region's borders of Russia since 2004.....  | 212        |
| Appendix 2. Model of earthquake's sources for seismic division<br>into districts of Russian Federation ..... | 213        |

## Введение

Настоящий ежегодник является продолжением серии, начатой в 2006 г. изданием сборника «Землетрясения России в 2003 году», и включает информацию о землетрясениях, произошедших на территории Российской Федерации в 2006 году. Параметры землетрясений получены по результатам сейсмологических наблюдений во всех регионах России, где развернуты стационарные сейсмические сети подразделений Геофизической службы РАН (ГС РАН), либо других организаций, работающих в тесном контакте с ГС РАН и использующих сходные технологии регистрации и обработки.

В разделе I настоящего сборника помещены краткие обзорные статьи о сейсмическом мониторинге регионов и территорий в 2006 г., содержащие списки сейсмостанций региональных сетей, карты расположения станций и эпицентров зарегистрированных землетрясений. Дано краткое описание сильнейших землетрясений в регионах. Приведены гистограммы распределения суммарной выделившейся сейсмической энергии за последние пять лет.

В 2006 г. отмечен повышенный уровень сейсмичности в дальневосточных регионах России: в Камчатском регионе на Корякском нагорье 20 апреля произошло сильнейшее для этой зоны землетрясение с  $M_w=7.6$  и в Курило-Охотском регионе, где близ о. Симушир 15 ноября произошло сильнейшее землетрясение с  $MLH=8.0$ , сопровождавшееся многочисленными афтершоками. Длительные и многочисленные афтершоковые процессы не позволили своевременно получить параметры всей совокупности землетрясений в этих районах, поэтому каталог Камчатского региона за первую половину года содержит полную информацию, а вторая половина представлена лишь предварительными результатами обработки. Полные каталоги землетрясений будут представлены в сборнике «Землетрясения Северной Евразии в 2006 году». В остальных регионах России фиксировался относительно невысокий уровень сейсмичности.

Впервые в ежегоднике публикуются результаты анализа распределения региональной сейсмичности. Они представлены в разделе II «Анализ сейсмических данных». Инициаторами подготовки этого раздела стали специалисты из Камчатского филиала ГС РАН, поэтому пока в нем публикуются только материалы количественного анализа сейсмичности Камчатки в 2006 году. Предполагается в дальнейшем расширить этот раздел аналитическими данными по другим регионам.

Как и в 2005 г., в разделе III публикуются результаты изучения сейсмических процессов в локальных зонах различного масштабного уровня, расположенных в самых разных сейсмогеологических условиях. Традиционно открывает раздел информация о сейсмическом мониторинге вулканов Камчатки. Далее в систематизированном виде представлены результаты локального мониторинга южной части о. Сахалин. Публикуются также данные, полученные с использованием временных локальных сетей в труднодоступных сейсмоопасных Олёкмо-Становой сейсмотектонической зоне и зоне Урэг-Нурского землетрясения 15.05.1970 г. с  $MS=7.0$  (Горный Алтай, Монголия).

Значительный научный интерес представляют наблюдения за афтершоковыми процессами в эпицентральных зонах крупнейших землетрясений. Они дают богатый материал для развития теоретических представлений о физике очага землетрясений и проверки различных существующих моделей. В настоящем ежегоднике продолжается публикация результатов наблюдений с использованием временных локальных сетей сейсмических станций в эпицентральной зоне Чуйского землетрясения 27 сентября 2003 г. с  $MS=7.3$ , произошедшего в Горно-Алтайской области, также помещаются подробные данные о детальных наблюдениях в эпицентральной зоне Олюторского землетрясения 20 апреля 2006 г. с  $M_w=7.6$  на Корякском нагорье Камчатского региона.

Приводимые в этом разделе результаты следует рассматривать как фрагментарное по площади уточнение и дополнение каталогов, представленных по регионам в целом.

В разделе IV приведена обзорная информация по промышленным взрывам и событиям, отнесенным к категории «возможно взрыв». Опубликован сводный каталог наиболее крупных взрывов для четырех регионов России. Параметры событий – время, координаты эпицентров, энергетические классы и магнитуда  $M$  – получены по результатам наблюдений локальных и региональных сетей ГС РАН. Этим работам уделяется большое внимание особенно в районах слабой сейсмичности, где актуальны вопросы идентификации взрывов и землетрясений.

В разделе V приведены региональные каталоги землетрясений за 2006 г., содержащие основные параметры землетрясений и событий природно-техногенного генезиса (время возникновения, координаты гипоцентров, энергетические классы, магнитуды и макросейсмические сведения), полученные в результате наблюдения региональными сейсмическими сетями. Для всех сейсмических событий рассчитаны значения магнитуды  $M$  ( $MLH$ ) по методологии, использованной в «Специализированном каталоге землетрясений Северной Евразии», положенном в основу комплекта карт сейсмического районирования территории Российской Федерации [Уломов, Шумилина, 1999; Кондорская и др., 1993]. Значения  $M$  в соответствии с рекомендациями [Кондорская и др., 1993] были использованы для оценки выделившейся в регионах сейсмической энергии по формуле  $\lg E = 11.8 + 1.5 \cdot M$  [Gutenberg, Richter, 1956].

В разделе VI опубликованы параметры механизмов очагов и диаграмм в нижней полусфере для 32 сильных землетрясений отдельных регионов России. Все механизмы построены по знакам первых движений в  $P$ -волне с использованием данных региональных станций.

Раздел VII публикуется только в электронном варианте на электронном оптическом диске (CD-ROM). В нем в хронологическом порядке представлен сводный каталог землетрясений России за 2006 г., увязанный для территорий смежных регионов.

Раздел VIII также публикуется только в электронном варианте. В разделе представлены бюллетени для 1874 землетрясений, произошедших в шести регионах («Прибайкалье и Забайкалье», «Приамурье и Приморье», «Сахалин», «Курило-Охотский», «Северо-Восток России», «Камчатка и Командорские острова»), содержащие подробные станционные данные – времена вступлений сейсмических фаз на станциях и другие параметры в формате ISF (IASPEI Seismic Format).

На CD-ROM помещена полная версия сборника: разделы I–VI – в виде электронных документов Adobe Acrobat; разделы V и VII – в виде электронных таблиц Microsoft Excel и раздел VIII – в виде текстовых файлов. Содержание CD-ROM описано в файле README.TXT, находящемся в корневом каталоге диска.

Начиная с ежегодника «Землетрясения в России в 2004 году», на CD-ROM прилагается электронный вариант сборника, обеспеченный базой данных, поисковым интерфейсом и возможностью отображения информации на картах, как России в целом, так и ее отдельных регионов. База данных содержит информацию о землетрясениях и станциях за период 2003–2006 гг.

В конце сборника традиционно помещены материалы по общему сейсмическому районированию территории России (автор – член-корреспондент АН РУз, профессор В.И. Уломов, Институт физики Земли РАН им. О.Ю. Шмидта, [ulotov@ifz.ru](mailto:ulotov@ifz.ru)).

*На обложке – карта Камчатского региона с отмеченным положением эпицентра Олюторского землетрясения 20 апреля 2006 г. с  $M_w=7.6$ , справа сверху – разрыв на поверхности в эпицентральной зоне, внизу – разрушение школы в поселке Тиличкики – фото из [Рогожин Е.А. и др., 2007].*



## V. Каталоги землетрясений по различным регионам России

Региональные каталоги землетрясений за 2006 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  $M$  ( $MLH$ ) по рекомендациям [Кондорская и др., 1993]. Значения  $M$  были использованы для оценки выделившейся сейсмической энергии в регионах по формуле  $\lg E = 11.8 + 1.5 \cdot M$  [Gutenberg, Richter, 1956], согласно рекомендациям [Кондорская и др., 1993].

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 $M$ ( $MLH$ )

Расчет магнитуды  $M$  из магнитуд, публикуемых в Сейсмологических бюллетенях ГС РАН (код сети в каталогах – OBN):

– если рассчитана  $MS$ :

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

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

– если нет рассчитанной  $MS$ :

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

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

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

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

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

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

### Северный Кавказ

$M$  рассчитывается по сводному каталогу Северного Кавказа:

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

### Восточно-Европейская платформа, Урал и Западная Сибирь

а)  $M$  рассчитывается по Сейсмологическому бюллетеню ГС РАН:

– если рассчитана  $MS$ :

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

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

– если нет рассчитанной  $MS$ :

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

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

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

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

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

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

б)  $M$  рассчитывается по каталогу лаборатории ВКМ ГС РАН:

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

в)  $M$  рассчитывается по каталогу КРСЦ ГС РАН:

$$M = 1.43 \cdot ML - 0.02 \cdot ML^2 - 2.1 \text{ [Коломиец, Петров, 2001];}$$

г)  $M$  рассчитывается по каталогу Горного института УрО РАН (г. Пермь):

$$M \approx ML.$$

д)  $M$  рассчитывается по каталогу Института динамики геосфер РАН (г. Москва), корреляционная зависимость будет уточняться по мере накопления данных:

$$M \approx ML - 0.5.$$

### Арктика

а)  $M$  рассчитывается по Сейсмологическому бюллетеню ГС РАН:

– если рассчитана  $MS$ :

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

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

– если нет рассчитанной  $MS$ :

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

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

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

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

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

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

б)  $M$  рассчитывается по каталогу КРСЦ ГС РАН:

$$M = 1.43 \cdot ML - 0.02 \cdot ML^2 - 2.1 \text{ [Коломиец, Петров, 2001];}$$

в)  $M$  рассчитывается по сводному каталогу ЯФ ГС СО РАН:

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

г)  $M$  рассчитывается по сводному каталогу МОМСП ГС РАН:

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

### Алтай и Саяны

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

### Прибайкалье и Забайкалье

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

### Приамурье и Приморье

а) для всех землетрясений (коровых и глубоких):

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

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

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

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

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

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

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 всех землетрясений (коровых и глубоких):

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

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

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

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

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

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

в) для землетрясений с  $h > 70$  км:

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

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

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

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

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

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

**Курило-Охотский регион**

а) для всех землетрясений (коровых и глубоких):

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

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

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

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

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

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

в) для землетрясений с  $h > 70$  км:

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

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

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

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

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

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

**Якутия**

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

**Северо-Восток России и Чукотка**

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

**Камчатка и Командорские острова**

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

## Сокращенные обозначения и аббревиатуры

|                      |  |
|----------------------|--|
| <b>A</b>             | – тип станции – аналоговая   |
| <b>A-Ц</b>           | – тип станции – аналого-цифровая (радиотелеметрическая)  |
| <b>ВЕП</b>           | – Восточно-Европейская платформа   |
| <b>ГС РАН</b>        | – Геофизическая служба Российской академии наук  |
| <b>ГС СО РАН</b>     | – Геофизическая служба Сибирского отделения Российской академии наук   |
| <b>ГТУ</b>           | – горно-тектонический удар   |
| <b>КМА</b>           | – Курская магнитная аномалия   |
| <b>КМВ</b>           | – Кавказские Минеральные Воды  |
| <b>MSK-64</b>        | – Международная макросейсмическая шкала [Медведев, 1968]   |
| <b>РТСС</b>          | – радиотелеметрическая сейсмическая станция  |
| <b>СУБР</b>          | – Североуральский бокситовый рудник  |
| <b>УрО РАН</b>       | – Уральское отделение Российской академии наук   |
| <b>ХМАО</b>          | – Ханты-Мансийский автономный округ  |
| <b>Ц</b>             | – тип станции – цифровая   |
| <b>Ц+А</b>           | – тип станции – цифровая параллельно с аналоговой  |
| <b>ЧАО</b>           | – Чукотский автономный округ   |
| <b>ARRAY</b>         | – сейсмическая микрогруппа   |
| <b>AZM</b>           | – азимут осей ( <i>градус</i> ) главных напряжений   |
| <b>CD-ROM</b>        | – электронный оптический диск  |
| <b>DP</b>            | – угол падения ( <i>градус</i> ) нодальной плоскости   |
| <b>E</b>             | – сейсмическая энергия ( <i>Дж</i> )   |
| <b>h</b>             | – глубина гипоцентра ( <i>км</i> )   |
| <b>I</b>             | – интенсивность сотрясений в баллах по шкале MSK-64  |
| <b>ISF</b>           | – Международный формат IASPEI Seismic Format<br>[ <a href="http://www.isc.ac.uk/Documents/isf.pdf">http://www.isc.ac.uk/Documents/isf.pdf</a> ]. |
| <b>K</b>             | – энергетический класс любой   |
| <b>K<sub>S</sub></b> | – энергетический класс по С.А. Федотову  |
| <b>K<sub>P</sub></b> | – энергетический класс по Т.Г. Раутиан   |
| <b>K<sub>C</sub></b> | – энергетический класс по О.Н. и С.Л. Соловьёвым   |
| <b>M</b>             | – магнитуда расчетная <i>MLH</i>   |
| <b>ML</b>            | – магнитуда локальная разных агентств  |
| <b>MLH</b>           | – магнитуда по поверхностной волне Релея <i>LH</i> (аппаратура типа C, B/LP)   |
| <b>MPH</b>           | – магнитуда по волне <i>PH</i> (аппаратура типа C/LP)  |
| <b>MPSP</b>          | – магнитуда по волне <i>PV</i> в дальней ( $\Delta > 2000$ км) зоне (аппаратура типа A/SP)   |
| <b>MPV</b>           | – магнитуда по волне <i>PV</i> (аппаратура типа C, B/MP, LP)   |
| <b>MPVA</b>          | – магнитуда по волне <i>PV</i> в ближней ( $\Delta < 500$ км) зоне (аппаратура типа A/SP)  |

|  |   |
|--|---|
| <b><i>MS</i></b>                                 | – магнитуда по поверхностной волне Релея <i>LV</i> (аппаратура типа С, В/LP)                        |
| <b><i>MSH</i></b>                                | – магнитуда по волне <i>SH</i> (аппаратура типа С/LP)   |
| <b><i>MSHA</i></b>                               | – магнитуда по волне <i>SH</i> в ближней ( $\Delta < 500$ км) зоне (аппаратура типа А/SP)           |
| <b><i>M<sub>w</sub></i></b>                      | – магнитуда моментная   |
| <b><i>Mc</i></b>                                 | – магнитуда по коде   |
| <b><i>NP1</i></b>                                | – первая нодальная плоскость  |
| <b><i>NP2</i></b>                                | – вторая нодальная плоскость  |
| <b><i>PL</i></b>                                 | – угол погружения ( <i>градус</i> ) осей главных напряжений относительно горизонта                  |
| <b><i>SLIP</i></b>                               | – угол скольжения ( <i>градус</i> ) нодальной плоскости   |
| <b><i>STK</i></b>                                | – азимут ( <i>градус</i> ) простирания нодальной плоскости  |
| <b><i>T, N, P</i></b>                            | – оси главных напряжений: растяжения ( <i>T</i> ), промежуточного ( <i>N</i> ), сжатия ( <i>P</i> ) |
| <b><i>t<sub>0</sub></i></b>                      | – время возникновения сейсмического события (по Гринвичу)   |
| <b><math>\Delta</math></b>                       | – эпицентральное расстояние ( <i>км</i> )   |
| <b><math>\delta</math></b>                       | – погрешность определения эпицентра в целом   |
| <b><math>\delta h</math></b>                     | – погрешность определения глубины гипоцентра ( <i>км</i> )  |
| <b><math>\delta t_0</math></b>                   | – погрешность определения времени возникновения ( <i>с</i> )  |
| <b><math>\delta\varphi, \delta\lambda</math></b> | – погрешность определения эпицентра по широте и долготе ( <i>градус</i> )                           |
| <b><math>\lambda, ^\circ</math></b>              | – долгота эпицентра ( <i>градус</i> )   |
| <b><math>\varphi, ^\circ</math></b>              | – широта эпицентра ( <i>градус</i> )  |

## Литература

*Аптекман Ж.Я., Захарова А.И., Кронрод Т.Л., Чепкунас Л.С.* Представление данных о механизме очагов землетрясений. Введение международного формата. Землетрясения в СССР в 1985 г. – М.: Наука, 1988. – С. 11–15.

*Аптекман Ж.Я., Желанкина Т.С., Кейлис-Борок В.И., Писаренко В.Ф., Поплавская Л.Н., Рудик М.И., Соловьев С.Л.* Массовое определение механизмов очагов землетрясений на ЭВМ // Теория и анализ сейсмологических наблюдений / Вычислительная сейсмология. – М., 1979. – Вып. 12. – С. 45–58.

*Балакина Л.М., Введенская А.В., Голубева Н.В., Мишарина Л.А., Широкова Е.И.* Поле упругих напряжений Земли и механизм очагов землетрясений. – М.: Наука, 1972. – 191 с.

*Введенская А.В.* Исследование напряжений и разрывов в очагах землетрясений с помощью теории дислокаций. – М.: Наука, 1969. – 136 с.

*Гольдин С.В., Селезнёв В.С., Еманов А.Ф., Филина А.Г., Еманов А.А., Новиков И.С., Высоцкий Е.М., Фатеев А.В., Колесников Ю.И., Подкорытова В.Г., Лескова Е.В., Ярыгина М.А.* Чуйское землетрясение и его афтершоки // Доклады Академии наук. – 2004. – Т. 395. – № 4. – С. 1–4.

*Гордеев Е.И., Чебров В.Н., Викулин А.В. и др.* Система сейсмологических наблюдений на Камчатке (состояние, развитие, перспективы) // Кроноцкое землетрясение на Камчатке 5 декабря 1997 года: предвестники, особенности, последствия. – Петропавловск-Камчатский: КГАРФ, 1998. – С. 12–24.

*Гоцадзе О.Д., Кейлис-Борок В.И. и др.* Исследование механизма землетрясения. – Труды Геофизического института АН СССР, 1957. – № 40.

*Еманов А.Ф., Еманов А.А., Филина А.Г., Лескова Е.В., Колесников Ю.И., Рудаков А.Д.* Общее и индивидуальное в развитии афтершоковых процессов крупнейших землетрясений Алтае-Саянской горной области // Физическая мезомеханика. – 2006. – Т. 9. – № 1. – С. 33–43.

*Еманов А.Ф., Еманов А.А., Лескова Е.В., Колесников Ю.А., Фатеев А.В., Семин А.Ю.* Сейсмический мониторинг Алтае-Саянской горной области Алтае-Саянским филиалом ГС СО РАН // Землетрясения в России в 2005 году. – Обнинск: ГС РАН, 2007. – С. 53–60.

*Еманов А.Ф., Колесников Ю.И., Еманов А.А., Филина А.Г., Подкорытова В.Г., Фатеев А.В., Ярыгина М.А.* Изучение землетрясений малых энергий на локальной сети Алтайского сейсмологического полигона // Напряжённо-деформированное состояние и сейсмичность литосферы. Труды Всероссийского совещания, г. Иркутск, 26–29 августа 2003 г. – Иркутск: Изд-во СО РАН, филиал «ГЕО», 2003. – С. 324–326.

*Завьялов А.Д.* Наклоны графика повторяемости как предвестник сильных землетрясений на Камчатке // Прогноз землетрясений. № 5. Душанбе–М.: Дониш, 1984. – С. 173–184.

*Землетрясения России в 2003 году* / Гл. ред. А.А. Маловичко. – Обнинск: ГС РАН, 2006. – 112 с.: ил. + 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

*Землетрясения России в 2004 году* / Гл. ред. А.А. Маловичко. – Обнинск: ГС РАН, 2007. – 140 с.: ил. + 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

*Землетрясения России в 2005 году* / Гл. ред. А.А. Маловичко. – Обнинск: ГС РАН, 2007. – 180 с.: ил. + 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

*Землетрясения Северной Евразии в 1999 году* / Отв. ред. О.Е. Старовойт. – Обнинск: ГС РАН, 2005. – С. 148–158.

*Коломиец А.С., Петров С.И.* Восточная часть Балтийского щита // Землетрясения Северной Евразии в 1995 году. – М.: ОИФЗ РАН, 2001. – С. 141.

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. – М.: ИФЗ РАН, 1993. – Вып. 1. – С. 76.

Кравченко Н.М. Оценка достоверности сейсмического затишья, выделенного с помощью Z-теста, как предвестника сильного землетрясения // Вулканология и сейсмология. – 2005. – № 1. – С. 59–66.

Кулльдорф Г. Вопросы теории оценивания. – М.: Наука, 1966.

Ландер А.В. Комплекс программ определения механизмов очагов землетрясений и их графического представления // Комплексные сейсмологические и геофизические исследования Камчатки и Командорских островов (01.01.2003 г.–31.12.2003 г.) / Отчет КОМСП ГС РАН. – Петропавловск-Камчатский, 2004.

Левина В.И., Ландер А.В., Шевченко Н.А. Олюторское землетрясение 20(21) апреля 2006 г.  $M_W=7.6$ : методика обработки, основные результаты // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы Второй Международной сейсмологической школы. – Обнинск: ГС РАН, 2007. – С. 131–139.

Медведев С.В. Международная шкала сейсмической интенсивности // Сейсмическое районирование СССР. – М.: Наука, 1968. – С. 158–162.

Моги К. Предсказание землетрясений. – М.: Мир, 1988. – 382 с.

Молнар П., Курушин Р.А., Кочетков В.М., Демьянович М.Г., Борисов В.А., Ващилов Ю.Я. Деформация и разрывообразование при сильных землетрясениях в Монголо-Сибирском регионе // Глубинное строение и геодинамика Монголо-Сибирского региона. – Новосибирск: Наука, 1995. – С. 5–55.

Молчан Г.М., Дмитриева О.Е. Идентификация афтершоков: обзор и новые подходы // Современные методы обработки сейсмологических данных. Вычислительная сейсмология. Вып. 24. – М.: Наука, 1991. – С. 19–50.

Олюторское землетрясение (20(21) апреля 2006 г., Корякское нагорье). Первые результаты исследований. – Петропавловск-Камчатский: ГС РАН, 2007. – 290 с.

Пустовитенко А.Н., Свидлова В.А., Князева В.С., Бушмакина Г.Н. Бердянское землетрясение 31.07.2006 г. // Сейсмологический бюллетень Украины за 2006 год. – Севастополь: НПЦ «Экоси-Гидрофизика», 2008. – С. 27–30.

Ризниченко Ю.В. Проблемы сейсмологии. – М.: Наука, 1985. – 408 с.

Салтыков В.А., Кугаенко Ю.А. Сейсмические затишья перед двумя сильными землетрясениями 1996 г. на Камчатке // Вулканология и сейсмология. – 2000. – № 1. – С. 57–65.

Салтыков В.А., Кугаенко Ю.А., Кравченко Н.М. Сейсмические затишья и активизации, предшествовавшие Кроноцкому землетрясению // Кроноцкое землетрясение на Камчатке 5 декабря 1997 года: предвестники, особенности, последствия. – Петропавловск-Камчатский: КГАРФ, 1998. – С. 55–67.

Сейсмологический бюллетень (ежедекадный) за 2002–2006 гг. / Отв. ред. О.Е. Старовойт. – Обнинск: ЦОМЭ ГС РАН, ГС РАН, 2002–2007.

Соболев Г.А. Стадии подготовки сильных Камчатских землетрясений // Вулканология и сейсмология. – 1999. – № 4/5. – С. 63–72.

Соболев Г.А., Пономарев А.В. Физика землетрясений и предвестники. – М.: Наука, 2003. – 270 с.

Соболев Г.А., Тюпкин Ю.С. Аномалии в режиме слабой сейсмичности перед сильными землетрясениями Камчатки // Вулканология и сейсмология. – 1996. – № 4. – С. 64–74.

Соболев Г.А., Тюпкин Ю.С. Стадии подготовки, сейсмологические предвестники и прогноз землетрясений Камчатки // Вулканология и сейсмология. – 1998. – № 6. – С. 17–26.

Уломов В.И., Шумилина Л.С. Комплект карт общего районирования территории Российской Федерации – ОСР-97. Масштаб 1 : 8 000 000. Объяснительная записка и список городов и населенных пунктов, расположенных в сейсмоопасных районах. – М.: ОИФЗ РАН, 1999. – 57 с.

Хилько С.Д., Курушин Р.А., Кочетков В.М., Мишарина Л.А., Мельникова В.И., Гилева Н.А., Ласточкин С.В., Балжинням И., Монхоо Д. Землетрясения и основы сейсмического районирования Монголии // Труды совместной советско-монгольской научно-исследовательской геологической экспедиции. Вып. 41. – М.: Наука, 1985.

Шубаев С.В., Гунбина Л.В., Мяки К.Д., Козьмин Б.М. Сейсмический мониторинг восточного фланга Олёкмо-Становой сеймотектонической зоны на юге Якутии по наблюдениям временных цифровых станций // Сейсмичность Северной Евразии. Материалы Международной конференции. – Обнинск: ГС РАН, 2008. – С. 331–336.

Aki K. Maximum likelihood estimate of  $b$  in the formula  $\log N = a - bM$  and its confidence limits // Bull. Earthquake Res. Ins. – 1965. – V. 43. – P. 237–239.

International Seismological Center. IASPEI Seismic Format [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.isc.ac.uk/Documents/isf.pdf>.

Gutenberg B., Richter C. Magnitude and energy of earthquakes // Ann. di Geofisica, 1956. – V. 1. – № 9. – P. 1–15.

Habermann R.E. Precursory seismic quiescence: past, present and future // Pageoph. – 1988. – V. 126. – P. 279–318.

Klein F.W. User's guide to HYPOINVERSE-2000, a Fortran Program to solve for earthquake locations and magnitudes. – Open-File Rep. 02-171. V. 1.0. – U.S. Geol. Surv., 04/2002.

Wessel P., Smith W.H.F. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gmt.soest.hawaii.edu/>.

Wiemer S., Wyss M. Seismic quiescence before the Landers ( $M=7.5$ ) and Big Bear ( $M=6.5$ ) 1992 // Earthquakes. Bull. Seism. Soc. Am. – 1994. – V. 84. – N 3. – P. 900–916.

Wyss M., Habermann R.E. Precursory quiescence // Pageoph. – 1988. – V. 126. – P. 319–332.



## 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»)

| №  | Регион, территория   | Географические координаты углов контуров регионов (широта N– долгота E) |  |  |  |  |
|----|--|---|--|--|--|--|
| 1  | Северный Кавказ  | 43.0–36.0<br>48.0–38.0<br>41.7–45.5                                     | 46.0–36.0<br>48.0–50.0<br>42.3–45.5                                | 46.0–37.0<br>41.0–50.0<br>42.3–43.0                                | 47.0–37.0<br>41.0–46.5<br>43.0–43.0                                | 47.0–38.0<br>41.7–46.5                               |
| 2  | Восточно-Европейская платформа (ВЕП), Урал и Западная Сибирь, в том числе: |   |  |  |  |  |
|    | Восточно-Европейская платформа   | 48.0–39.0<br>55.0–30.5<br>70.0–62.0<br>48.0–50.0                        | 49.5–39.0<br>55.0–27.0<br>66.0–62.0                                | 49.5–34.0<br>62.0–27.0<br>66.0–56.0                                | 52.0–34.0<br>62.0–29.0<br>50.0–56.0                                | 52.0–30.5<br>70.0–29.0<br>50.0–50.0                  |
|    | Восточная часть Балтийского щита   | 60.0–25.0   | 75.0–25.0  | 75.0–42.0  | 60.0–42.0  |  |
|    | Урал   | 50.0–56.0   | 66.0–56.0  | 66.0–62.0  | 50.0–62.0  |  |
|    | Западная Сибирь  | 53.0–62.0<br>71.0–102.0   | 70.0–62.0<br>71.0–108.0  | 70.0–68.0<br>60.0–108.0  | 76.0–68.0<br>60.0–76.0   | 76.0–102.0<br>53.0–76.0                              |
|    | Калининградская область  | 54.3–19.5   | 55.3–19.5  | 55.3–23.0  | 54.3–23.0  |  |
| 3  | Арктика  | 70.0–29.0<br>76.0–162.0   | 90.0–29.0<br>76.0–68.0   | 90.0–192.0<br>70.0–68.0  | 74.0–192.0   | 74.0–162.0   |
| 4  | Алтай и Саяны  | 46.0–80.0<br>60.0–76.0  | 51.0–80.0<br>60.0–100.0  | 51.0–78.0<br>46.0–100.0  | 53.0–78.0  | 53.0–76.0  |
| 5  | Прибайкалье и Забайкалье   | 48.0–99.0<br>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<br>50.0–126.0<br>56.0–140.0<br>43.0–137.0                    | 46.0–130.0<br>50.0–124.0<br>45.0–140.0<br>43.0–136.0               | 46.0–128.0<br>51.0–124.0<br>45.0–138.0<br>42.0–136.0               | 48.0–128.0<br>51.0–122.0<br>44.0–138.0                             | 48.0–126.0<br>56.0–122.0<br>44.0–137.0               |
| 7  | Сахалин  | 45.0–140.0<br>45.0–144.0  | 56.0–140.0   | 56.0–146.0   | 48.0–146.0   | 48.0–144.0   |
| 8  | Курило-Охотский регион   | 42.0–144.0<br>49.0–153.0  | 48.0–144.0<br>49.0–159.0   | 48.0–146.0<br>45.0–159.0   | 55.0–146.0<br>45.0–155.0   | 55.0–153.0<br>42.0–155.0                             |
| 9  | Якутия   | 56.0–120.0<br>76.0–102.0<br>66.0–152.5<br>56.0–141.0                    | 60.0–120.0<br>76.0–162.0<br>64.0–152.5                             | 60.0–108.0<br>68.0–162.0<br>64.0–145.2                             | 71.0–108.0<br>68.0–158.5<br>62.0–145.2                             | 71.0–102.0<br>66.0–158.5<br>62.0–141.0               |
| 10 | Северо-Восток России   | 56.0–141.0<br>66.0–152.5<br>74.0–172.0<br>60.0–161.0<br>58.0–153.0      | 62.0–141.0<br>66.0–158.5<br>63.0–172.0<br>60.0–159.0<br>55.0–153.0 | 62.0–145.2<br>68.0–158.5<br>63.0–163.0<br>59.0–159.0<br>55.0–146.0 | 64.0–145.2<br>68.0–162.0<br>61.0–163.0<br>59.0–157.0<br>56.0–146.0 | 64.0–152.5<br>74.0–162.0<br>61.0–161.0<br>58.0–157.0 |
|    | Чукотка  | 63.0–172.0<br>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<br>60.0–159.0<br>63.0–174.0                                  | 58.0–153.0<br>60.0–161.0<br>56.0–174.0                             | 58.0–157.0<br>61.0–161.0<br>56.0–172.0                             | 59.0–157.0<br>61.0–163.0<br>49.0–172.0                             | 59.0–159.0<br>63.0–163.0                             |

## Приложение 2

**Модель источников землетрясений  
для сейсмического районирования Российской Федерации**

В основу общего сейсмического районирования (ОСР-97) территории Российской Федерации и всей Северной Евразии положена линеаментно-доменно-фокальная (ЛДФ) модель зон возникновения очагов землетрясений (зоны ВОЗ). ЛДФ-модель включает в себя три основных структурных элемента сейсмоактивного региона (рис. 1):

– линеаменты – оси трехмерных сейсмогенерирующих разломных структур прямолинейной или почти прямолинейной формы, отражающие на земной поверхности хорошо выраженную структурированную сейсмичность;

– домены – квазиоднородные в сейсмическом отношении объемы геологической среды, характеризующиеся рассеянной сейсмичностью, т.е. не проявляющей на данном масштабном уровне признаков структурирования (кластеризации);

– потенциальные очаги землетрясений (фокусы) – наиболее опасные участки зон ВОЗ, выделяемые по ряду сейсмологических и геолого-геофизических факторов.

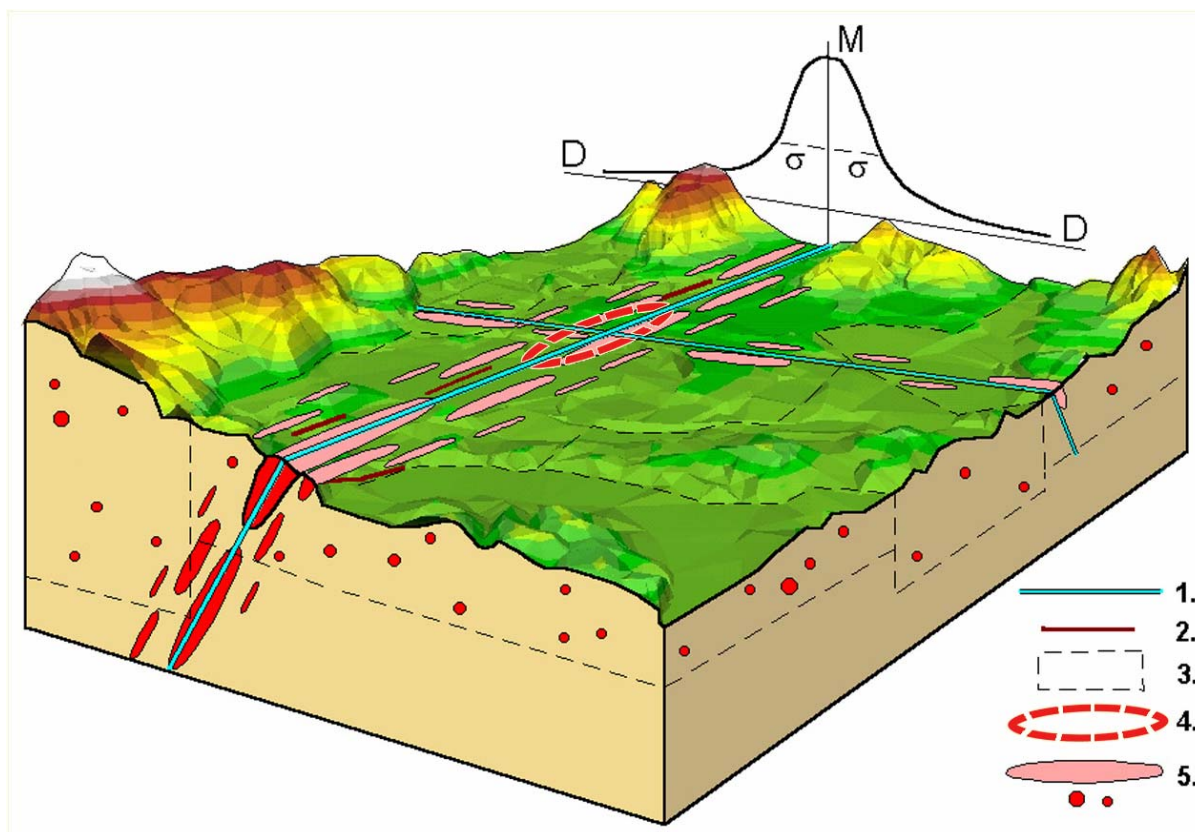
ЛДФ-модель создается на основе анализа региональной сейсмичности, сейсмического режима, активных разломов и других геолого-геофизических данных. Линеаменты, домены и потенциальные очаги, как и сами землетрясения, классифицируются по величине максимальной магнитуды ( $M_{\max}$ ) с шагом 0.5 и в интервалах  $\pm 0.2$  единицы  $M$ . Минимальное значение магнитуды землетрясений вдоль линеаментов принято  $M=6.0\pm 0.2$ , поскольку при генерализованном районировании, каким является ОСР-97, выявление кластеризации систем очагов с меньшей магнитудой менее надежно. В случае же детального сейсмического районирования (ДСР) нижний порог магнитуд для линеаментов может быть понижен, благодаря повышению точности сейсмологических построений. Величина  $M_{\max}$  определяется реальной сейсмогеодинамической (СГД) обстановкой и специальными расчетами, а значение  $M_{\min}$  обусловлено минимальной сейсмической опасностью, учет которой необходим для проектирования сейсмостойких сооружений. В ОСР-97 принято  $M_{\min}=3.5\pm 0.2$ , а сейсмическая интенсивность  $I_{\min}=5$  баллов по шкале MSK-64.

Каждый структурный элемент ЛДФ-модели характеризуется определенной плотностью потока сейсмических событий разных магнитуд. В результате анализа реального сейсмического режима и представительности (надежности) информации о сейсмических событиях формируется модель долговременной прогнозной сейсмичности для крупной территории, например Северной Евразии, охватывающей совокупность сейсмоактивных регионов, или для конкретного региона. Например, на рис. 2 показан фрагмент ЛДФ-модели зон возникновения очагов землетрясений в Крым-Кавказ-Копедагском сейсмоактивном регионе.

Путем компьютерного моделирования виртуальных очагов землетрясений в соответствии с долговременной сейсмичностью рассчитываются и составляются прогнозные карты:

– периодов повторяемости на земной поверхности сотрясений разной интенсивности исследуемой территории (карты сейсмической сотрясаемости);

– районирования сейсмической опасности с заданной степенью вероятности возникновения и возможного превышения в определенные интервалы времени величин ожидаемых сейсмических воздействий (карты сейсмического районирования).



**Рис. 1. Объемная ЛДФ-модель источников землетрясений:**

1 – оси линеаментов; 2 – следы активных разломов на земной поверхности; 3 – условные контуры доменов; 4 – потенциальный очаг крупного землетрясения; 5 – реальные очаги землетрясений, принадлежащие линеаментам (эллипсы) и доменам (кружки). Очаги землетрясений, располагающиеся вдоль линеаментов, могут отдаляться от осей линеаментов с уменьшением магнитуды (см. график на заднем плане)

Карты периодов повторяемости сейсмических воздействий и карты сейсмического районирования используются при решении задач проектирования и строительства в сейсмических районах.

Новая отечественная методология создания модели источников землетрясений и технология построения карт сотрясаемости и сейсмического районирования значительно отличается от других существующих приемов и методов районирования сейсмической опасности. В частности, впервые в сейсмологической практике в расчетах участвуют не точечные гипоцентры землетрясений, а протяженные сейсмические очаги в их реальных размерах и ориентации. Впервые в практике сейсмостойкого строительства стали применяться вероятностные карты сейсмического районирования, предназначенные для расчетов на сейсмостойкость строительных объектов разных категорий ответственности и сроков службы.

*Профессор В.И. Уломов, ИФЗ РАН, ulomov@ifz.ru*

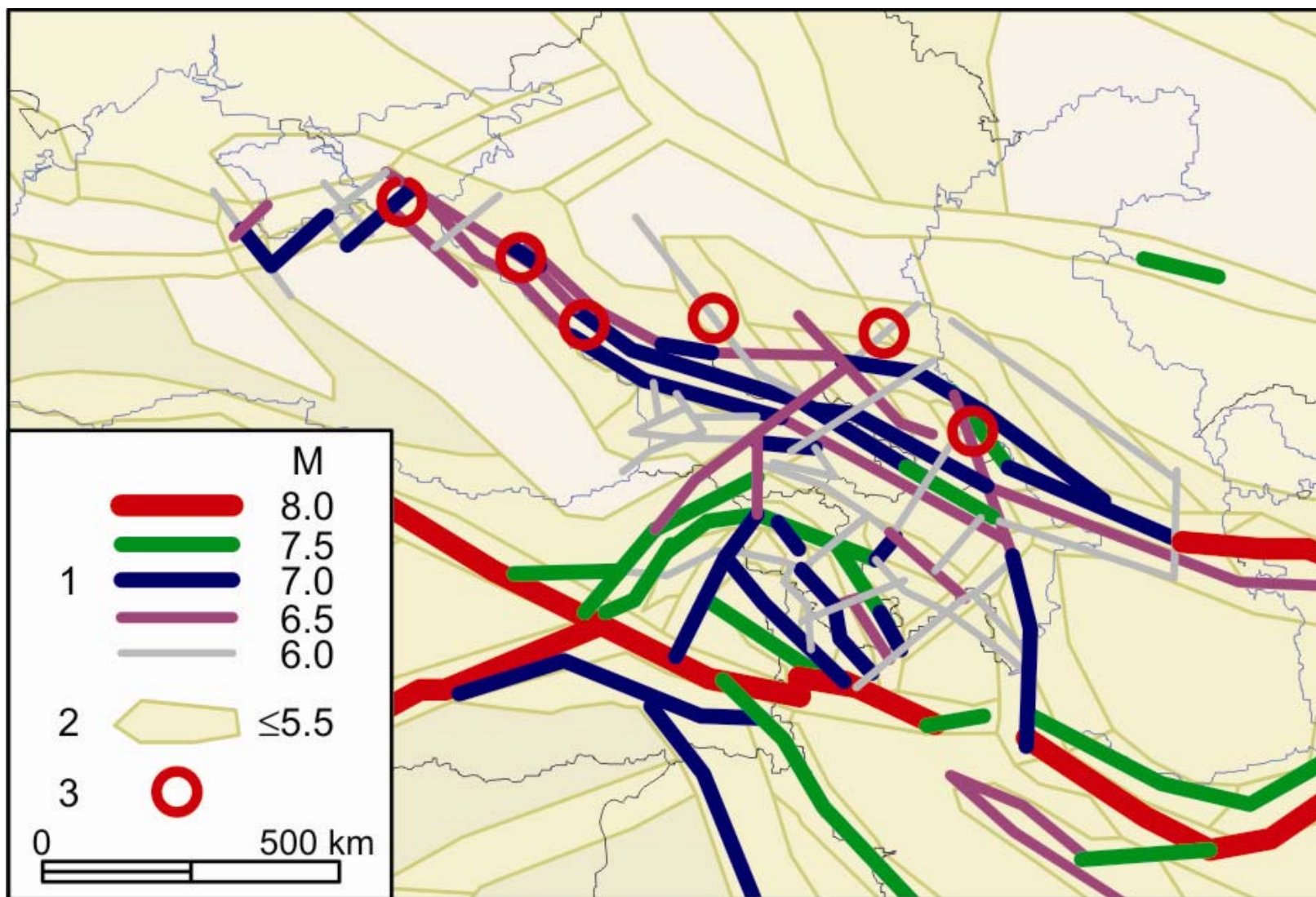


Рис. 2. Фрагмент ЛДФ-модели зон возникновения очагов землетрясений в Крым-Кавказ-Копетдагском сейсмоактивном регионе: 1 – линейменты разных магнитуд  $M$ ; 2 – домены с  $M \leq 5.5 \pm 0.2$ ; 3 – потенциальные очаги землетрясений с магнитудами  $6.0 \pm 0.2$  и  $7.0 \pm 0.2$

Ежегодное научное издание  
**ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ РОССИИ В 2006 ГОДУ**

Печатается по решению Научного совета РАН по проблемам сейсмологии.  
Заказ 72. Усл. печ. л. 27. Тираж 275 экз.

Отпечатано на Фабрике офсетной печати  
249035, г. Обнинск, Королева, 6