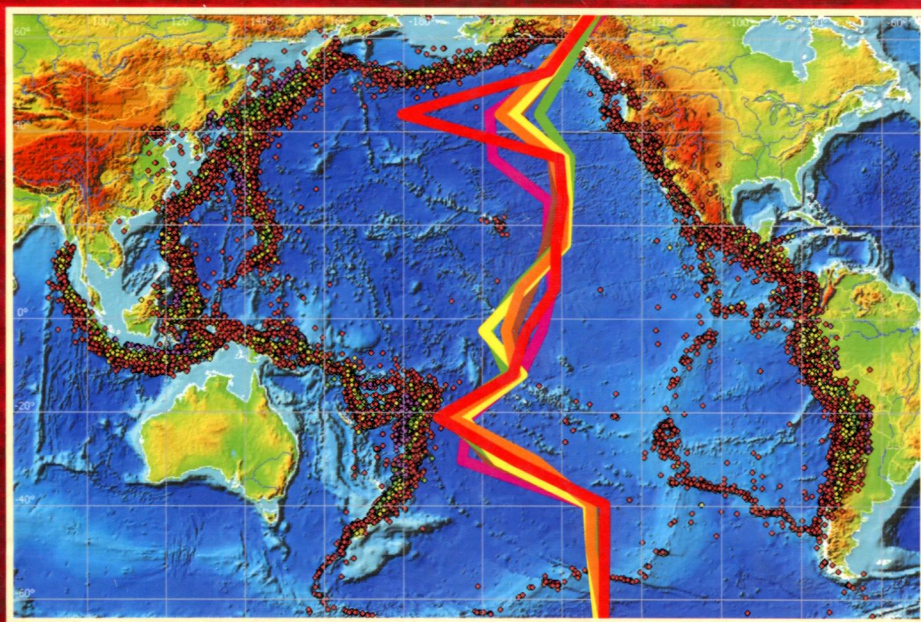


Б.В. Левин
Е.В. Сасорова

СЕЙСМИЧНОСТЬ

ТИХООКЕАНСКОГО РЕГИОНА

ВЫЯВЛЕНИЕ ГЛОБАЛЬНЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ



RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
INSTITUTE OF MARINE GEOLOGY AND GEOPHYSICS FEB RAS
SHIRSHOV INSTITUTE OF OCEANOLOGY RAS

B.W. Levin
E.V. Sasorova

SEISMICITY
OF THE PACIFIC REGION:
GLOBAL FEATURE DETECTION

RESPONSIBLE EDITOR
Corresponding Member of the RAS **G.A. SOBOLEV**

Moscow
YANUS-K
2012

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ИНСТИТУТ МОРСКОЙ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ ДВО РАН
ИНСТИТУТ ОКЕАНОЛОГИИ ИМ. П.П.ШИРШОВА РАН

Б.В. Левин
Е.В. Сасорова

СЕЙСМИЧНОСТЬ
ТИХООКЕАНСКОГО РЕГИОНА:
ВЫЯВЛЕНИЕ ГЛОБАЛЬНЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ

ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР
член-корреспондент РАН Г.А. СОБОЛЕВ

Москва
«Янус-К»
2012



Издание осуществлено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. Проект № 11-05-07016-д

УДК 551.466+550.344

Л 11

ББК 26.2

Б.В. Левин, Е.В. Сасорова. Сейсмичность Тихоокеанского региона: выявление глобальных закономерностей. – М.: Янус-К, 2012. – 308 с. Илл.

ISBN 978-5-8037-0552-9

Книга посвящена детальному анализу широтных распределений количества землетрясений и выделенной энергии по материалам статистической обработки мировых сейсмических каталогов за период с 1964 по 2010 годы. Выявлена уникальная бимодальная форма широтных распределений сейсмических событий и выделенной энергии с двумя максимумами в средних широтах по обе стороны от экватора ($\pm 30^\circ$ – 50°), локальным минимумом вблизи экватора и практически нулевыми значениями на полюсах. Представлены доказательства устойчивости обнаруженной формы распределения событий в пространстве и во времени. Выполненный анализ лунной сейсмичности также продемонстрировал подобную форму широтного распределения лунотрясений. Предложено обсуждение возможных физических механизмов, способных обеспечить возникновение неожиданной бимодальной формы широтного распределения сейсмичности. Проанализирована роль приливных воздействий и вариаций скорости вращения Земли. Сделана попытка систематизировать, обобщить и изложить с единой точки зрения материал, проясняющий влияние водного флюида, эффекта Ребиндера и динамики газовых систем на развитие сейсмического процесса и появление обнаруженной формы распределения событий. В заключение книги представлен сопоставительный анализ сейсмичности наиболее активных субрегионов Тихоокеанского сегмента (Курильской и Алеутской дуги, Центральной Америки и Мексики, Южной Америки), выполненный на основе единого методического подхода.

Книга подготовлена по материалам большого цикла оригинальных статей, опубликованных авторами в ведущих российских и зарубежных научных журналах, выступлений на крупных международных конференциях. Книга будет полезна широкому кругу геофизиков и геологов, научным работникам, аспирантам, студентам и позволит ориентироваться в глобальных проблемах современной геофизики и сейсмологии.

© Б.В. Левин, Е.В. Сасорова, 2012

ISBN 978-5-8037-0552-9

B.W. Levin, E.V. Sasorova. Seismicity of the Pacific region: global feature detection. – M.: Janus-K, 2012

ISBN 978-5-8037-0552-9

The book covers the detail analysis of latitudinal distributions of earthquake numbers and released energy. This analysis is based on the statistical processing of world seismic catalog data which reveal the Pacific seismicity in period 1964–2010. The unique bimodal form of latitudinal distribution of seismic events and released energy was disclosed. The distribution has two peaks in the middle latitudes on both sides of the equator, one local minimum near equator, and zero values at poles. The evidences of stability of this bimodal form with space and time were demonstrated. The analysis of the lunar seismicity has demonstrated the similar form of moonquake latitudinal distributions. The discussion of possible physical mechanisms which are able to produce the occurrence of the unexpected bimodal form of seismicity latitudinal distribution was proposed. The role of tidal forces and variation of the Earth rotation velocity were analyzed. The attempt was made to systematize, to summarize and to describe from common viewpoint the material which clarified the influence of water fluid, Rehbinder effect and gas system dynamics on the seismic process development and manifestation of disclosed form of seismic events distribution. The comparison analysis of seismicity was carried out for some Pacific active subregions (Kuril and Aleutian Arcs, Central America and Mexico, South America) which were based on using the common approach and common software.

This book may be useful for large quantity of the geophysicists, geologists, researchers and the students. It will help them to comprehend (understand) in problems of recent (up-to date) geophysics and seismology.

© B.W. Levin, E.V. Sasorova, 2012

ISBN 978-5-8037-0552-9

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие редактора	12
Введение	20
ГЛАВА 1. Общие характеристики сейсмических и тектонических процессов	27
1.1. История изучения глобальной сейсмичности	27
1.2. Сейсмотектоника и границы литосферных плит ...	31
1.3. Мировые сейсмические каталоги. Создание рабочих каталогов.	35
1.4. Методология обработки наблюдений и представления результатов.	41
ГЛАВА 2. Широтные распределения сейсмических событий и энергии, выделенной от землетрясений	46
2.1. Нормирование количества событий и выделенной энергии.	46
2.2. Широтные распределения плотности сейсмических событий и плотности энергии.	59
2.3. Устойчивость широтных распределений сейсмических событий и энергии во времени и в пространстве	67
2.4. Сравнительный анализ широтных распределений сейсмических событий для всей Земли и Тихоокеанского региона	75
ГЛАВА 3. Распределения плотности сейсмических событий и энергии по широтам и глубинам	83
3.1. Анализ распределения плотности сейсмических событий по глубине для различных широтных поясов	83
3.2. Распределение энергии по глубине для широтных поясов Тихоокеанского региона	102
3.3. Устойчивость основных закономерностей распределения энергии по глубине для широтных поясов ТО	117

3.4. Двумерные распределения плотности сейсмических событий и плотности энергии (по широтам и глубинам) . . .	133
3.5. Краткие выводы	140

ГЛАВА 4. Особенности широтных распределений плотности сейсмических событий и энергии для зон спрединга (Тихоокеанской и Атлантической) 143

4.1. Тихоокеанская зона спрединга	143
4.2. Атлантическая зона спрединга	150
4.3. Краткие выводы	158

ГЛАВА 5. Распределения сейсмических событий на Луне 160

5.1. Материалы наблюдений лунной сейсмичности и геофизика Луны	160
5.2. Широтные распределения лунотрясений	164
5.3. Распределения лунотрясений по глубине гипоцентров	169

ГЛАВА 6. Роль глубинного флюида и физико-химических процессов в генерации землетрясений . . . 172

6.1. Роль свободной и связанной воды в процессе подготовки землетрясения	172
6.2. Эффект Ребиндера и его роль в активизации сейсмического процесса	179
6.3. О связи сейсмичности с фильтрацией газовой компоненты в литосфере	184
6.4. Краткие выводы	187

ГЛАВА 7. Обсуждение возможных механизмов и причин формирования планетарной сейсмичности . 189

7.1. Оценка роли приливных сил в подготовке и широтном распределении землетрясений	190
7.2. Эффекты вращения Земли и особенности планетарной сейсмичности	206
7.2.1. Оценка вариации кинетической энергии вращения Земли (207). 7.2.2. О критических широтах и распределении горячих точек на Земле (208). 7.2.3. Эффекты критических широт на Солнце, планетах-гигантах и суперротации в	

планетных атмосферах (211). 7.2.4. Модель вращающейся Земли в виде комплекта тонких дисков (215).

ГЛАВА 8. Особенности широтных распределений землетрясений и энергии для отдельных субрегионов Тихоокеанского сегмента	223
8.1. Широтно-глубинные распределения сейсмических событий и энергии для Южной Америки ..	223
8.2. Широтно-глубинные распределения сейсмических событий и энергии для Мексики и Центральной Америки	235
8.3. Пространственно-временные распределения сейсмических событий и энергии для Курильской островной дуги	247
8.3.1. Пространственные распределения сейсмических событий и энергии для Курильской островной дуги (252)	
8.3.2. Вертикальные разрезы для полигонов Курильской островной дуги (259). 8.3.3. Пространственно-временные особенности сейсмического процесса Курильской дуги (262). 8.3.4. Краткое обсуждение результатов раздела (270).	
8.4. Пространственно-временные распределения сейсмических событий и энергии для Алеутской островной дуги.	272
8.4.1. Двумерные распределения плотности количества событий для всех магнитудных диапазонов (275). 8.4.2. Вертикальные разрезы для полигонов Алеутской островной дуги (278). 8.4.3. Пространственно-временные особенности сейсмического процесса Алеутской дуги (280). 8.4.4. Пространственно-временные распределения событий с $M_S \geq 7$ (285).	
Приложения к Главе 8	292
Заключение	298
Литература	300

Chapter 4. Peculiarity of latitudinal distributions of seismic event density and energy density for spreading zones	143
4.1. The Pacific spreading zone	143
4.2. The Atlantic spreading zone	150
4.3. Short resume	158
Chapter 5. Distributions of seismic events at the Moon . . .	160
5.1. Observation material for lunar seismicity and the Moon geophysics	160
5.2. Peculiarity of latitudinal distributions of the moonquakes	164
5.3. Distributions of the moonquakes over hypocenter depth	169
Chapter 6. The role of a depth fluid and physical-chemical processes in earthquake generation	172
6.1. The role of free and bound water in process of earthquake preparation	172
6.2. The Rehbinder effect and its role in seismic process activation.	179
6.3. On connection between seismicity and gas component filtration in lithosphere.	184
6.4. Short resume	187
Chapter 7. Discussion about possible mechanisms and causes of planetary seismicity generation.	189
7.1. The role of tidal forces in earthquake preparing and in generating of observed latitudinal distributions.	190
7.2. The Earth rotation effects and peculiarity of planetary seismicity	206
7.2.1. An assessment of kinetic energy variation of the revolving Earth (207). 7.2.2. On critical latitudes and hot spot distribution of the Earth (208). 7.2.3. Effects of critical latitudes at the Sun, at giant planets, and on super-rotation in planet atmospheres (211). 7.2.4. Model of revolving Earth as the set of infinitely thin revolving discs (215).	

Chapter 8. Peculiarity of latitudinal distributions of earthquakes and released energy for some sub-regions of the Pacific segment	223
8.1. Depth-latitude distributions of seismic events and the energy for the South America	223
8.2. Depth-latitude distributions of seismic events and the energy for the Mexico and the Central America	235
8.3. Space-temporal distributions of seismic events and the energy for the Kurilean Island Arc	247
8.3.1. Spatial distributions of seismic events and the energy for the Kurilean Island Arc (252)	
8.3.2. Vertical sections for the seismic events over polygons of the Kurilean Island Arc (259).	
8.3.3. Space-temporal features of a seismic process in the Kuril Arc (262).	
8.3.4. Short resume of the section 8.3 (270).	
8.4. Space-temporal distributions of seismic events and the energy for the Aleutian Arc	272
8.4.1. Two-dimensional distributions of seismic event density for all magnitude ranges (275).	
8.4.2. Vertical sections for the seismic events over polygons of the Aleutian Island Arc (278).	
8.4.3. Space-temporal characteristics of the seismic processes in the Aleutian Arc (280).	
8.4.4. Space-temporal distributions for the seismic events with $c M_S \geq 7$ (285).	
Appendix to Chapter 8.	292
Conclusions	298
Bibliography	300