

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
Объединенный институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта
ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ СЛУЖБА

ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ
СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ
В 1997 ГОДУ

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

МОСКВА

2003

ВВЕДЕНИЕ

Сборник "Землетрясения Северной Евразии в 1997 году" является очередным ежегодником, выпускаемым Геофизической службой Российской академии наук (ГС РАН) [1], и содержит сведения о сейсмичности, имевшей место в течение года, в основном, в пределах СНГ.

Первичная обработка наблюдений в 1997 г. проводилась на сейсмических станциях по Инструкции [2]. Сводная обработка и интерпретация станционных данных с определением основных параметров очагов землетрясений (времени возникновения, координат гипоцентров, энергетических классов и магнитуд), расчетом дополнительных параметров (механизмов, спектральных и динамических характеристик наиболее сильных из них), а также обследованием макросейсмического эффекта ощутимых толчков, выполнены по регионам и территориям в сейсмологических учреждениях, указанных в табл. 1.

Таблица 1. Перечень регионов и территорий, по которым проведено обобщение сейсмических наблюдений в 1997 г., и соответствующих учреждений, ответственных за материалы, предоставленные для настоящего сборника

№ региона	Регион, территория	Учреждение
I	<i>КАРПАТЫ</i>	Карпатская ОМСП Института геофизики НАН Украины
II	<i>КРЫМ</i>	Отдел сейсмологии Крымского региона Института геофизики НАН Украины
III	<u>КАВКАЗ:</u>	
	<i>АЗЕРБАЙДЖАН</i>	Республиканский центр сейсмических исследований при НАН Азербайджана
	<i>АРМЕНИЯ</i>	Агентство Национальной службы сейсмической защиты в составе Управления Чрезвычайными ситуациями при правительстве Республики Армения
	<i>ГРУЗИЯ</i>	Единая национальная служба сейсмической защиты при НАН Грузии
	<i>ДАГЕСТАН</i>	Дагестанская ОМСП ГС РАН
	<i>СЕВЕРНЫЙ КАВКАЗ</i>	ЦОМЭ ГС РАН
IV	<i>КОПЕТДАГ</i>	Институт сейсмологии Национального комитета архитектурно-строительного контроля при Кабинете министров Туркменистана
V	<u>СРЕДНЯЯ АЗИЯ И КАЗАХСТАН:</u>	
	<i>ЦЕНТРАЛЬНАЯ АЗИЯ</i>	ОМСЭ и Институт сейсмологии НАН Республики Кыргызстан
		СОМЭ Министерства образования и науки Республики Казахстан
		Институт сейсмологии НАН Республики Узбекистан
	<i>ТАДЖИКИСТАН</i>	Институт сейсмологии и сейсмостойкого строительства НАН Республики Таджикистан
	<i>СЕВЕРНЫЙ ТЯНЬ-ШАНЬ</i>	СОМЭ Министерства образования и науки Республики Казахстан
	<i>ЦЕНТРАЛЬНЫЙ И ВОСТОЧНЫЙ КАЗАХСТАН</i>	Национальный ядерный Центр Республики Казахстан
VI	<i>АЛТАЙ И САЯНЫ</i>	Алтае-Саянская ОМСЭ ГС СО РАН
VII	<i>ПРИБАЙКАЛЬЕ И ЗАБАЙКАЛЬЕ</i>	Байкальская ОМСЭ ГС СО РАН
VIII	<i>ПРИАМУРЬЕ И ПРИМОРЬЕ</i>	Сахалинская ОМСП ГС РАН
IX	<i>САХАЛИН</i>	Сахалинская ОМСП ГС РАН
X	<i>КУРИЛО-ОХОТСКИЙ РЕГИОН</i>	Сахалинская ОМСП ГС РАН
XI	<i>КАМЧАТКА И КОМАНДОРСКИЕ ОСТРОВА</i>	Камчатская ОМСП ГС РАН

№ региона	Регион, территория	Учреждение
XII	СЕВЕРО-ВОСТОК РОССИИ	Магаданская ОМСП ГС РАН
XIII	ЯКУТИЯ	Якутская ОМСП ГС СО РАН
XIV	ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКАЯ ПЛАТФОРМА, УРАЛ И ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ:	
	ВОРОНЕЖСКИЙ КРИСТАЛЛИЧЕСКИЙ МАССИВ	Воронежский Государственный университет, ГС РАН
	АРХАНГЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ	Институт экологических проблем Севера Архангельского научного центра УрО РАН
	ВОСТОЧНАЯ ЧАСТЬ БАЛТИЙСКОГО ЩИТА	Кольский региональный сейсмологический центр ГС РАН
	БЕЛАРУСЬ	Центр геофизического мониторинга НАН Беларуси
XV	АРКТИЧЕСКИЙ БАССЕЙН	ВНИИ геологии и минеральных ресурсов Мирового океана Министерства природных ресурсов РФ
	СЕВЕРНАЯ ЕВРАЗИЯ	ГС РАН
	ЗЕМЛЯ В ЦЕЛОМ	ЦОМЭ ГС РАН

Примечание. В табл. 1 по сравнению с таковой в [1] добавлены три новых территории ("Центральный и Восточный Казахстан", "Воронежский кристаллический массив" и "Беларусь") и учреждения, предоставившие соответствующие материалы, а также изменено название региона XIV: вместо "Европейская часть России, Урал и Западная Сибирь" принято "Восточно-Европейская платформа, Урал и Западная Сибирь".

После анализа и обобщения полученных данных в этих учреждениях были составлены региональные и территориальные каталоги землетрясений, которые содержат сведения об основных параметрах их очагов, определенных по наблюдениям, главным образом, близких к эпицентрам станций региональных, локальных и телеметрических. На их основе написаны соответствующие обзорные статьи по сейсмичности регионов и территорий. В отдельных статьях приведены результаты детальных макросейсмических обследований и карты изосейст для девяти землетрясений: **Боджнурдского** (4 февраля в $10^{\text{h}}37^{\text{m}}$, Копетдаг), **Параванского-II** (9 февраля в $21^{\text{h}}49^{\text{m}}$, Грузия), **Ереванского-III** (1 марта в $13^{\text{h}}09^{\text{m}}$, Армения), **Северо-Байкальского** (13 апреля в $18^{\text{h}}04^{\text{m}}$, Прибайкалье), **Ноябрьянского** (18 июля в $07^{\text{h}}33^{\text{m}}$, Армения), **Тюнгурского** (18 сентября в $14^{\text{h}}31^{\text{m}}$, Горный Алтай), **Ялтинского-II** (19 октября в $01^{\text{h}}56^{\text{m}}$, Крым), **Хашмийского-IV** (27 ноября в $17^{\text{h}}34^{\text{m}}$, Грузия), **Кроноцкого** (5 декабря в $11^{\text{h}}02^{\text{m}}$, Камчатка).

Перечисленные сведения наряду с данными Сейсмологического бюллетеня [3] были использованы также при формировании каталогов: "Каталог сильных землетрясений Земли" и "Каталог землетрясений Северной Евразии", при этом второй из них составлен по формату "Нового каталога сильных землетрясений на территории СССР" [4].

Методика определения величины энергетического класса K , как и прежде, различна в разных регионах и территориях. На Карпатах, Кавказе, Копедаге, Средней Азии и Казахстане, Алтае и Саянах, Прибайкалье и Забайкалье, Приамурье и Приморье, Северо-Востоке России, Якутии и Беларуси определены классы K_p по [5,6], в Крыму – K_{Π} по [7], на Сахалине и Курильских островах – K_C по [8,9], на Камчатке – K_S по [10], в Восточной части Балтийского щита даны значения K , рассчитанные по магнитуде M_L [11].

Магнитуды $MPSP$ по объемным волнам в дальней зоне ($\Delta \geq 2000$ км) и магнитуды MS по поверхностным волнам взяты, в основном, из Сейсмологического бюллетеня [3] в регионах Центральная Азия, Прибайкалье и Забайкалье, Камчатка и Командорские острова, Северо-Восток России, Якутия. В ряде регионов (Карпаты, Кавказ, Сахалин, Курильские острова) найдены магнитуды MLH также по поверхностным волнам [2], а для региона "Арктический бассейн" и на территории Архангельской области – магнитуды m_b и M_s взяты из [12]. Для определения магнитуд $MPVA$, $MSHA$ по объемным волнам в ближней зоне ($\Delta < 500$ км), записанным коротко-периодной аппаратурой, использованы региональные шкалы [13] – на Карпатах, [14] – на Кавказе (Азербайджан, Армения, Грузия, Северный Кавказ), [15] – в Копетдаге, [16] – на Северном Тянь-Шане, [17] – в Приамурье и Приморье, на Сахалине и в Курило-Охотском регионе. Магнитуды M_s по коде волн определены в регионах Крым, Камчатка и Командорские острова по [18] и в регионе Алтай и Саяны по [19]. Магнитуды M_d по длительности записи определены для слабых землетрясений Кавминводского полигона на Кавказе по [20]. В Восточной части Балтийского

щита используются также локальные магнитуды M_L , определяемые по [21]. Каталоги землетрясений дополнены магнитудами M_S из [3], а также магнитудами M_w , M_s и m_b из [12].

Каталоги механизмов очагов землетрясений приведены для Кавказа (в Азербайджане и Грузии), Копетдага, Средней Азии и Казахстана (в Центральной Азии и Таджикистане), Прибайкалья и Забайкалья, Приамурья и Приморья, Сахалина, Курило-Охотского региона, Камчатки и Командорских островов, Северо-Востока России, Якутии, Арктического бассейна.

Перечисленные материалы послужили основой для формирования настоящего сборника. Редколлегия благодарит всех авторов, приславших материалы в сборник и принявших участие в его подготовке к печати.

Настоящий сборник "Землетрясения Северной Евразии в 1997 г." отличается от аналогичных ежегодников за 1992-1996 гг. тем, что он представлен в печатном и электронном виде: в печатном – разделы I и II ("Обзор сейсмичности", "Макросейсмические обследования"), в электронном – разделы I-IV, т. е. весь сборник. При этом, для удобства чтения каталогов и работы с ними их электронная версия дана на CD в двух вариантах: в редакторе "Microsoft Word" для печати на бумагу и в редакторе "Microsoft Excel" в виде таблиц для последующего внесения в базы данных. Электронная версия сборника представлена на компакт-диске в виде приложения к печатному изданию.

Замечания к содержанию и оформлению сборника можно направлять по адресам: 123995, г. Москва, ул. Большая Грузинская, д. 10, ГС РАН, Захаровой А.И. [e-mail: [aiz@uipe-ras.scgis.ru](mailto: aiz@uipe-ras.scgis.ru), тлф.: (095) 254-99-50] и 249035, г. Обнинск Калужской обл., пр. Ленина, д. 189, ГС РАН, Михайловой Р.С. [e-mail: [raisa@gsras.ru](mailto: raisa@gsras.ru), тлф. (095) 912-68-72 и (08439) 3-07-34]. Электронная версия настоящего сборника помещена в Интернете на сайте ГС РАН.

Л и т е р а т у р а

1. **Землетрясения Северной Евразии в 1996 году.** М.: Изд-во ОИФЗ РАН. 305 с.
2. **Инструкция о порядке производства и обработки наблюдений на сейсмических станциях Единой системы сейсмических наблюдений СССР.** 1982. М.: Наука. 273 с.
3. **Сейсмологический бюллетень (ежедекадный) за 1997 год. 1997-1998.** / Отв. ред. О.Е. Старовойт. Обнинск: Изд-во ЦОМЭ ИФЗ РАН.
4. **Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. Ч. II. Сейсмологические данные по регионам.** 1977. / Ред. Н.В. Кондорская, Н.В. Шебалин. М.: Наука. С. 36-470.
5. **Раутиан Т.Г. 1960.** Энергия землетрясений // Методы детального изучения сейсмичности. М.: Изд-во ИФЗ АН СССР. С. 75-114. (Тр. ИФЗ АН СССР; №9(176)).
6. **Раутиан Т.Г. 1964.** Об определении энергии землетрясений на расстоянии до 3000 км // Экспериментальная сейсмика. М.: Наука. С. 88-93. (Тр. ИФЗ АН СССР; № 32(199)).
7. **Пустовитенко Б.Г., Кульчицкий В.Е. 1974.** Об энергетической оценке землетрясений Крымско-черноморского региона // Магнитуда и энергетическая классификация землетрясений. Т. II. М.: Изд-во ИФЗ АН СССР. С. 113-124.
8. **Соловьёв С.Л., Соловьёва О.Н. 1967.** Соотношение между энергетическим классом и магнитудой курильских землетрясений // Физика Земли. №2. С. 13-22.
9. **Анахин В.Д., Соловьёв С.Л. 1969.** Скорость колебаний земной поверхности в короткопериодных волнах неглубокофокусных землетрясений // Физика Земли. №1. С. 13-20.
10. **Федотов С.А. 1972.** Энергетическая классификация курило-камчатских землетрясений и проблема магнитуд. М.: Наука. 117 с.
11. **Коломиец А.С., Петров С.И. 2001.** Восточная часть Балтийского щита // Землетрясения Северной Евразии в 1995 году. М.: Изд-во ОИФЗ РАН. С. 140-142.
12. **Bulletin of the International Seismological Centre (for 1997). 1999-2000.** Berkshire, ISC.
13. **Костюк О.П., Москаленко Т.П., Руденская И.М. 1999.** Землетрясения Карпат // Землетрясения Северной Евразии в 1993 году. М.: НИИ-Природа. С. 10-14.

14. **Соловьёва О.Н., Агаларова Э.Б., Алимамедова В.П., Гасанов А.Г., Геодакян Э.Г., Гюль Э.К., Дарахвелидзе Л.К., Петросян М.Д., Фабрициус З.Э., Хромецкая Е.А. 1983.** Калибровочные функции для определения магнитуды кавказских землетрясений по короткопериодной волне P на малых эпицентральных расстояниях // Интерпретация сейсмических наблюдений. М.: Изд-во МГК АН СССР. С. 65-72.
15. **Рахимов А.Р., Соловьёва О.Н., Арбузова Г.Н. 1983.** Определение магнитуды землетрясений Туркмении на эпицентральных расстояниях до 400 км // Изв. АН ТССР. Сер. ФТХиГН. №5. С. 61-65.
16. **Михайлова Н.Н., Неверова Н.П. 1986.** Калибровочная функция $s(d)$ для определения MPVA землетрясений Северного Тянь-Шаня // Комплексные исследования на Алма-Атинском прогностическом полигоне. Алма-Ата: Наука. С. 41-47.
17. **Соловьёва О.Н., Соловьёв С.Л. 1970.** Амплитудные кривые волн PV, PH и SH неглубокофокусных тихоокеанских землетрясений на расстояниях 2-40 градусов // Vortage des Sopronen Simposium der 4 Subcomission von Karg. Budapest. P. 119-135.
18. **Раутиан Т.Г., Халтурин В.И., Закиров М.Г., Земцова М.Г., Проскурин А.П., Пустовитенко Б.Г., Пустовитенко А.Н., Синельникова А.Г., Филина А.Г., Шенгелия И.С. 1981.** Эспериментальные исследования сейсмической коды. 142 с.
19. **Филина А.Г.** Землетрясения Алтая и Саян // Землетрясения Северной Евразии в 1993 году. М.: НИИ-Природа. С. 65-68.
20. **Lee W.H.K. and Larh J.C. HYPO71 (Revised)** A computer program for determining hypocenter, magnitude and First Motion Pating of local earthquakes. U.S.Geological Survey OPEN- File Report 75-311, June, 1975.
21. **Рихтер К.Ф. 1961.** Инструментальная шкала для магнитуд землетрясений // Слабые землетрясения. М.: Изд-во ИЛ. С. 13-44.

ОБОЗНАЧЕНИЯ

1. Сейсмические волны:

продольные (P); поперечные (S); продольные, отраженные вблизи эпицентра, как продольные (pP); поперечные, отраженные вблизи эпицентра, как продольные (sP); поверхностные Релея (R); вертикальная (PV) и горизонтальная (PH) компоненты записи продольных волн; вертикальная (SV) и горизонтальная (SH) компоненты записи поперечных волн; скорость P-волн (v_p), скорость S-волн (v_s).

2. Аппаратура:

A / SP	– короткопериодные высокочувствительные каналы
C, B / LP	– среднепериодные и длиннопериодные каналы
КПЧ	– каналы пониженной чувствительности
GS-13, CMG-40T	– сейсмометры короткопериодные
СКМ, СКМ-3	– " - "
СМ, СМ-3, СМ-3В, СМ-3КВ	– " - "
С-5-С, С-5-В	– " - "
СХ, ВЭГИК	– " - "
ВБП-3, УСФ	– " - "
СК	– сейсмометр среднепериодный
ИГИС	– многомаятниковый сейсмометр
СКД, СД-1	– сейсмометры длиннопериодные
STS-1, STS-2, CMG-3	сейсмометры широкополосные
УБП2	– сейсмометр для службы цунами
FBA-23, ОСП,	– акселерометры
ОСП-2, ОСП-3	
СБМ, СМР, СМР-0, СМТР, СРЗ, ССРЗ-М, ССРЗ-3М, АСЗ, АСЗ-0, АСЗ-2	– регистраторы сильных движений
PASSCAL, IRIS-IDA, IRIS-USGS	– цифровая система сбора данных
GSN	глобальная сеть сейсмических наблюдений
ACC	– автоматическая сейсмическая станция
h_y	– ордината сейсмической станции над уровнем моря (м)
T_s	– период свободных колебаний сейсмометра
T_g	– период свободных колебаний гальванометра
D_s	– постоянная затухания сейсмометра
D_g	– постоянная затухания гальванометра
σ^2	– коэффициент связи, характеризующий взаимодействие сейсмометра и гальванометра
V	– увеличение сейсморегирующего канала
V_{max}	– максимальное увеличение сейсморегирующего канала
ΔT_{max}	– полоса пропускания канала по уровню $0.9 V_{max}$ (с)
АЧХ	– амплитудно-частотная характеристика

3. Основные параметры землетрясения:

t_0	– время возникновения (по Гринвичу)
δt_0	– погрешность определения времени возникновения (с)
t_{S-P}	– разность времени прихода P- и S-волн (с)
τ	– длительность записи землетрясения (с/мин)
$\varphi^\circ, \varphi_m^\circ$	– широта эпицентра инструментального, макросейсмического (градус)
$\lambda^\circ, \lambda_m^\circ$	– долгота эпицентра инструментального, макросейсмического (градус)
h, h_m	– глубина гипоцентра инструментального, макросейсмического (км)
$\delta, \delta_\varphi, \delta_\lambda$	– погрешность определения эпицентра в целом (км) и отдельно, по широте и долготе (градус)
δh	– погрешность определения глубины гипоцентра (км)
r, Δ	– гипоцентральное, эпицентральное расстояние (км)
E	– сейсмическая энергия (Дж)
M_0	– сейсмический момент (Н·м)
K_P	– энергетический класс по Т.Г. Раутиан
K_{II}	– энергетический класс по Б.Г. Пустовитенко и В.Е. Кульчицкому
K_C	– энергетический класс по О.Н. и С.Л. Соловьёвым
K_S	– энергетический класс по S-волнам по С.А. Федотову
K_{Amax}	– энергетический класс по S-волнам по P. Kalenda et al.
K_c	– энергетический класс по коде
K_τ	– энергетический класс по общей длительности записи
MLH	– магнитуда по волне LH (аппаратура типа C, B / LP)
MS	– магнитуда по волне LV (аппаратура типа C, B / LP)
MSH	– магнитуда по волне SH (аппаратура типа C / LP)
MPH	– магнитуда по волне PH (аппаратура типа C / LP)
$MPLP$	– магнитуда по волне PV в дальней ($\Delta > 2000$ км) зоне (аппаратура типа C, B / LP)
$MPSP$	– магнитуда по волне PV в дальней ($\Delta > 2000$ км) зоне (аппаратура типа A / SP)
m_b, M_s	– магнитуда по волне PV и LV, соответственно (из ISC)
$MSHA$	– магнитуда по волне SH в ближней ($\Delta < 500$ км) зоне (аппаратура типа A / SP)
$MPVA$	– магнитуда по волне PV в ближней ($\Delta < 500$ км) зоне (аппаратура типа A / SP)
ML	– локальная магнитуда агентств HEL, BJI
M_L	– локальная магнитуда по Ч. Рихтеру
$M(JMA)$	– магнитуда JMA
M_w	– моментная магнитуда
M_d	– магнитуда по длительности записи
M_c	– магнитуда по коде
n	– число замеров магнитуды / число наблюдений

4. Параметры сейсмического режима:

K_{min}, M_{min}	– нижний уровень представительной регистрации землетрясений по энергетическим классам, магнитудам
N	– число землетрясений
A_{10}	– сейсмическая активность по $K=10$

- γ, b – тангенс угла наклона графика повторяемости землетрясений по энергетическим классам и магнитудам, соответственно
- σ_γ, σ_b – погрешность определения γ, b

5. Макросейсмика:

- I_0, I_0^P – интенсивность сотрясений (балл) в эпицентре наблюдаемая, расчетная
- I_i – интенсивность сотрясений (балл) в пункте наблюдения
- h_{I_0M} – глубина (км) гипоцентра землетрясения, определяемая по соотношению балльности I_0 в эпицентре и магнитуде
- h_i – глубина (км) гипоцентра землетрясения, определяемая по спаданию балльности I_i
- l_a, l_b, \bar{l} – длина (км) продольной, поперечной оси изосейсты и ее среднее значение
- r_a, r_b, \bar{r} – продольный, поперечный и средний радиусы (км) изосейст
- r_1, r_2 – минимальный и максимальный радиусы (км) изосейст
- ν – коэффициент затухания интенсивности сотрясений
- $\nu_a, \nu_b, \bar{\nu}$ – коэффициент затухания интенсивности сотрясений вдоль продольной, поперечной оси изосейсты и его среднее значение
- $\nu_{||}, \nu_{\perp}$ – коэффициент затухания интенсивности сотрясений вдоль и поперек геологических структур
- S – площадь (км²)
- $S_5, S_6, S_7 \dots$ – площадь (км²) изосейст соответствующей балльности

6. Дополнительные параметры очага землетрясения:

- T, N, P – оси главных напряжений: растяжения (T), промежуточного (N), сжатия (P)
- PL – угол погружения осей главных напряжений относительно горизонта (градус)
- AZM – азимут осей главных напряжений (градус)
- $NP1$ – первая нодальная плоскость
- $NP2$ – вторая нодальная плоскость
- STK – азимут простирания нодальной плоскости (градус)
- DP – угол падения нодальной плоскости (градус)
- $SLIP$ – угол скольжения нодальной плоскости (градус)
- f_{II} – частота точки перелома спектра (Гц)
- f_0 – частота угловой точки спектра (Гц)
- $\Delta\sigma$ – сброшенное напряжение (Па)
- $\eta\sigma$ – кажущееся напряжение (Па)
- ε – деформация сдвига
- L – длина разрыва в очаге (м)
- \bar{u} – средняя подвижка по разрыву (м)
- r_0 – радиус круговой дислокации (км)
- Ω_0 – спектральная плотность (м·с)