

СЛУЖБА СРОЧНЫХ ДОНЕСЕНИЙ ГС РАН

О.Е. Старовойт, Л.С. Чепкунас, М.В. Коломиец, М.И. Рыжикова

Геофизическая служба РАН, г. Обнинск, kolmar@gsras.ru

Непрерывный сейсмический мониторинг территории России и сопредельных государств, как и ранее [1], в 2005 г. осуществлялся в двух режимах:

– в режиме срочных донесений при сильных землетрясениях, с передачей информации заинтересованным ведомствам и организациям;

– в текущем режиме с выпуском сейсмологических бюллетеней и каталогов.

В [1–3] подробно был описан первый режим. В этой статье представлена информация о развитии Службы срочных донесений (ССД) Геофизической службы РАН о сильных и ощутимых землетрясениях и результаты ее работы в 2005 г.

Главное изменение по входным-выходным потокам информации в 2005 г., по сравнению с [1], – это отказ от телетайпа и перевод их на электронную почту.

В 2005 г. в ССД использовались следующие входные потоки информации:

– **волновые формы в режиме, близком к реальному времени**, с сорока цифровых сейсмических станций, из которых шестнадцать расположены на территории России («Арти»-ARU, «Кисловодск»-KIV, «Обнинск»-OBN, «Талая»-TLY, «Ловозеро»-LVZ, «Южно-Сахалинск»-YSS, «Якутск»-YAK, «Петропавловск-Камчатский»-PET, «Магадан»-MA2, «Тикси»-TIXI, «Билибино»-BILL, «Пулково»-PUL, «Новосибирск»-NVS, «Сеймчан»-SEY (с июля), «Владивосток»-VLA и «Красноярск»-KRAR (с августа)), пять – на территории стран СНГ и Балтии («Боровое»-BRVK и «Kurchatov»-KURK в Казахстане; «Гарни»-GNI в Армении; «Ala Archa»-AAK в Кыргызстане; «Vasula»-VSU в Эстонии) и девятнадцать – за рубежом («Kongsberg»-KONO в Норвегии; «College»-COLA, «Hockley»-HKT, «Albuquerque»-ANMO в США; «Ulaanbaatar»-ULN в Монголии; «Hailar»-HIA в Китае; «Apeiranthos of Naxos»-APE в Греции; «Isparta»-ISP в Турции; «Kasperske Hory»-KHC в Чехии; «Port Moresby»-PMG в Новой Гвинее; «Sanae»-SNAА в Антарктиде; «Diego Garsia-DGAR в Индийском океане; «East Falkland Islands»-EFI на Фолклендских островах; «Erimo»-ERM на Хоккайдо, Япония; «Juntas de Abangares»-JTS в Коста Рика; «Mbaraga»-MBAR в Уганде; «Tennant Creek»-WRAB в Австралии; и с сентября – «Kingsbay»-KBS на Шпицбергене и «Кіпара»-KIP на Гавайях;

– **фрагменты волновых форм по запросу** с одиннадцати цифровых станций России: «Свердловск»-SVE, «Оренбург»-ORR, «Абакан»-ABNR, «Кызыл»-KZL, «Анапа»-ANN, «Сочи»-SOC, «Гумбаши»-GUMR, «Нагутская»-NAGR, «Куба-Таба»-KUBR, «Шиджатмаз»-SHAR, «Махачкала»-MAK;

– **времена вступления (ARRIVAL) основных сейсмических волн**, поступающие в базу данных ORACLE в режиме, близком к реальному времени, с восьми станций из Международного центра данных IDC СТВО в Вене: «Залесово»-ZAL в России, «FINESS Array»-FINES в Финляндии, «Malin Array»-AKASG на Украине, «Keskin Array»-BRTR в Турции, «Kilima Mbogo»-KMBO в Кении, «Warramunga Array» WRA в Австралии, «Yellowknife Array»-YKA в Канаде, «Chiang Mai Array»-CMAR в Таиланде; восьми станций Казахстанского национального центра данных (КНЦД) ИГи НЯЦ («Чкалово»-CHKZ, «Курчатов»-KURK, «Маканчи»-MKAR, «Восточное»-VOSK, «Каратау»-KKAR, «Зеренда»-ZRNK и с декабря – «Актюбинск»-AKTO, «Токмак 2»-TKM2;

– **срочные сводки по телефону и e-mail с цифровых и аналоговых сейсмических станций России и СНГ**: с одиннадцати цифровых станций России («Москва»-MOS, «Анапа»-ANN, «Сочи»-SOC, «Петропавловск-Камчатский»-PET, «Магадан»-MA2, «Южно-Сахалинск»-YSS, «Якутск»-YAK, «Чульман»-CLNS, «Иркутск»-IRK, «Закаменск»-ZAK, «Махачкала»-MAK); с одной аналоговой станции России («Северо-Курильск»-SKR); с восьми цифровых станций СНГ («Симферополь»-SIM, «Львов»-LVV и «Ужгород»-UZH (Украина), «Алма-Ата»-

ААА (Казахстан), «Ашхабад»-ASH (Туркменистан), «Кишинёв»-KIS (Молдова), «Минск»-MNK (Беларусь), «Ташкент»-TAS (Узбекистан)).

Станционная и сводная обработка проводилась программным комплексом WSG («Система обработки сейсмических данных») [4], уточнение параметров землетрясений осуществлялось по программе APM2 [5]. Технология процесса подробно описана в [1, 2].

Как и ранее [1, 2], для определения основных параметров землетрясений (времени возникновения t_0 , координат эпицентра ϕ, λ , глубин очага h) применялся годограф Джеффриса–Буллена [6] в интервале $\Delta=1-105^\circ$ и Рихтера [7] в интервале $\Delta=110-150^\circ$. Значения магнитуд MS и $MPSP$ землетрясений находились по максимальной скорости смещения $(A/T)_{\max}$ в поверхностных и объемных волнах по соответствующим калибровочным кривым [8–11].

Во втором полугодии 2005 г. в ССД в опытном режиме началась эксплуатация программы автоматической ассоциации ASSOCW [4, 12]. Она явилась дополнением к программе WSG и позволила с удовлетворительной точностью получать предварительный автоматический расчет параметров землетрясений. Программа ASSOCW перебором возможных комбинаций неассоциированных фаз вступлений обеспечивает нахождение возможного гипоцентра события. В качестве входной информации для программы использовались срабатывания детектора LTA/STA, записанные в Базу данных (БД) программой АУЗ [4] в ССД, а также полученные по электронной почте arrival-вступления из международных центров данных. В случае нахождения при некоем наборе вступлений решения со станционными невязками менее 1.5–2 с оно сохранялось в БД и использовалось далее как первое приближение для оценки гипоцентра в программном комплексе WSG [4].

Обмен данными с международными сейсмологическими центрами [13, 14] широко используется в ГС РАН для повышения информативности ССД. Станционные данные из Национального центра информации о землетрясениях (NEIC) Геологической службы США, Европейского Средиземноморского центра (CSEM), IDC СТВТО, КНЦД ИГИ НЯЦ используются на этапе получения параметров очага землетрясения, а также во время уточнения параметров гипоцентров и выпуска информационного сообщения. В свою очередь ССД передает информацию в эти центры, а также в Сейсмологическую службу Швейцарии (SED), в Институт физики Земли (EDNES) в Страсбурге, Франция, в Наблюдательный и исследовательский Европейский сейсмологический центр (ORFEUS) в De Bilt, Нидерланды. На рис. 1 представлен фрагмент с Web-сайта Сейсмологической службы Швейцарии (SED) RedPuma [15], где собирается информация, поступающая с различных центров.

***** Earthquake Notification Message *****

EARTHQUAKE PARAMETERS DETERMINED BY DIFFERENT AGENCIES/METHODS:

Date	Time (UTC)	Location	Dep	Magn.	T	AGY	Region	HNMM
04Jan2005	09:13:12.5	10.7N 92.4E	24	M =6.0	M*	NEI	ANDAMAN ISLANDS, INDIA	1632
04Jan2005	09:13:18.2	12.8N 92.5E	10	ms=5.8	A*	SED	ANDAMAN ISLANDS, INDIA	1058
04Jan2005	09:13:15.4	11.2N 92.1E	33	mb=6.0	A*	EMS	ANDAMAN ISLANDS, INDIA	1044
04Jan2005	09:13:11.3	10.6N 92.4E	33	mb=6.1	M*	GSR	ANDAMAN ISLANDS, INDIA	1018
04Jan2005	09:12:53.0	10.6N 92.1E	45	mb=5.7	A*	NEI	ANDAMAN ISLANDS, INDIA	0941
04Jan2005	09:13:12.5	11.0N 93.1E	30	mb=6.0	A*	ODC	ANDAMAN ISLANDS, INDIA	0939
04Jan2005	09:12:44.5	4.4N 92.0E	33	mb=5.1	A*	NOR	OFF W COAST OF NORTHERN	S0935
04Jan2005	09:13:15.6	10.8N 92.4E	45	mb=5.9	A*	NEI	ANDAMAN ISLANDS, INDIA	0933
04Jan2005	09:13:24.0	9.0N 89.0E	10	mb=5.9	A*	LED	BAY OF BENGAL	0931
04Jan2005	09:13:18.2	12.8N 92.5E	10	mb=5.9	A*	SED	ANDAMAN ISLANDS, INDIA	0929

Radius: 515 km

Рис. 1. Фрагмент Web-страницы RedPuma, где представлены параметры землетрясения 4 января с автоматическим (A*) и ручным (M*) типом локации по данным различных сейсмологических центров

NEIC – Геологическая служба США; SED – Швейцарская сейсмологическая служба; EMS – Европейский средиземноморский центр; GSR – Геофизическая служба РАН; ODC – Наблюдательный и исследовательский сейсмологический центр, Нидерланды; NOR – NORSAR Array, Норвегия; LED – Геологическая служба Германии.

С мая 2005 г. организована подписка на данные бюллетеня SEL1 от IDC СТВТО, который содержит создаваемые на основе автоматического программного выделения вступления основных сейсмических волн, позволяющие дополнить данные национальной сейсмической сети для повышения точности определения основных параметров очагов землетрясений. Данные бюллетеня SEL1 поступали по электронной почте через два часа после события и использовались для локации многочисленных слабых ($M < 4.5$) Курильских землетрясений, а также для уточнения параметров землетрясений. Подписка организована для событий, попадающих в область с координатами $\varphi = 38-85^\circ\text{N}$ и $\lambda = 15-180^\circ\text{E}$.

В 2005 г. в срочном режиме осуществлены сбор, сводная обработка и подача срочных донесений о 3411 землетрясениях территории СНГ и Земли в целом. Из них ощутимыми на территории СНГ были 107 землетрясений, в том числе 77 – на территории России. В табл. 1 помещено распределение всех землетрясений по магнитуде M , которая равна наблюдаемой MS при наличии таковой, а при ее отсутствии произведен пересчет других магнитуд ($MPSP$, $MPLP$) в M по приведенным ниже формулам в зависимости от глубины h из [16]:

$$M = 1.59 MPSP - 3.67 \quad (h \leq 70 \text{ км}),$$

$$M = 1.59 MPLP - 3.97 \quad (h \leq 70 \text{ км}),$$

$$M = 1.77 MPSP - 5.2 \quad (h = 71-390 \text{ км}),$$

$$M = 1.77 MPLP - 5.5 \quad (h = 71-390 \text{ км}),$$

$$M = 1.85 MPSP - 4.9 \quad (h > 390 \text{ км}),$$

$$M = 1.85 MPLP - 5.2 \quad (h > 390 \text{ км}).$$

Напомним, что для получения M в случае глубоких землетрясений с $h > 70$ км в наблюдаемые магнитуды MS вводится поправка (+0.8). Процедура пересчета магнитуд вызвана необходимостью оценки суммарной годовой энергии. Связь энергии с магнитудой выбрана в соответствии с формулой Б. Гуттенберга и Ч. Рихтера из [17]:

$$\lg E, \text{ эрг} = 11.8 + 1.5 M.$$

Таблица 1. Распределение числа землетрясений разных глубин по магнитудам M за 2005 г.

$h,$ км	M						N_Σ	$\Sigma E,$ $10^{16}, \text{ Дж}$
	2.6–3.5	3.6–4.5	4.6–5.5	5.6–6.5	6.6–7.5	7.6–8.5		
Россия								
≤ 70	69	120	34	4			227	0.02
71–390	39	16	6	2			63	0.01
≥ 391	6	3	2				11	0.001
N_Σ	114	139	42	6			301	0.031
Земной шар								
≤ 70	214	1008	1217	240	29	2	2710	43.89
71–390	292	204	83	20	4	2	605	22
≥ 391	11	29	47	7	2		96	0.69
N_Σ	517	1241	1347	267	35	4	3411	66.59

На рис. 2 показаны последовательные числа землетрясений, обработанные в Службе срочных донесений за 1996–2005 гг. Увеличение числа землетрясений в 2005 г. произошло за счет афтершоков катастрофического землетрясения 26.12.2004 г. с $MS=8.7$ [1] у западного побережья Северной Суматры. За 2005 г. в ССД было зарегистрировано 894 его афтершоков в районе Андоманских, Никобарских островов и Северной Суматры, самый сильный из которых произошел 28 марта в $16^{\text{h}}09^{\text{m}}$ с $MS=8.2$ [18], $M_w=8.6$ [19] в 200 км к юго-востоку от основного события [20, 21]. Сейсмическая обстановка в России была обычной и, как видно из рис. 2, в течение последних трех лет среднее число землетрясений в год составляло около 300.

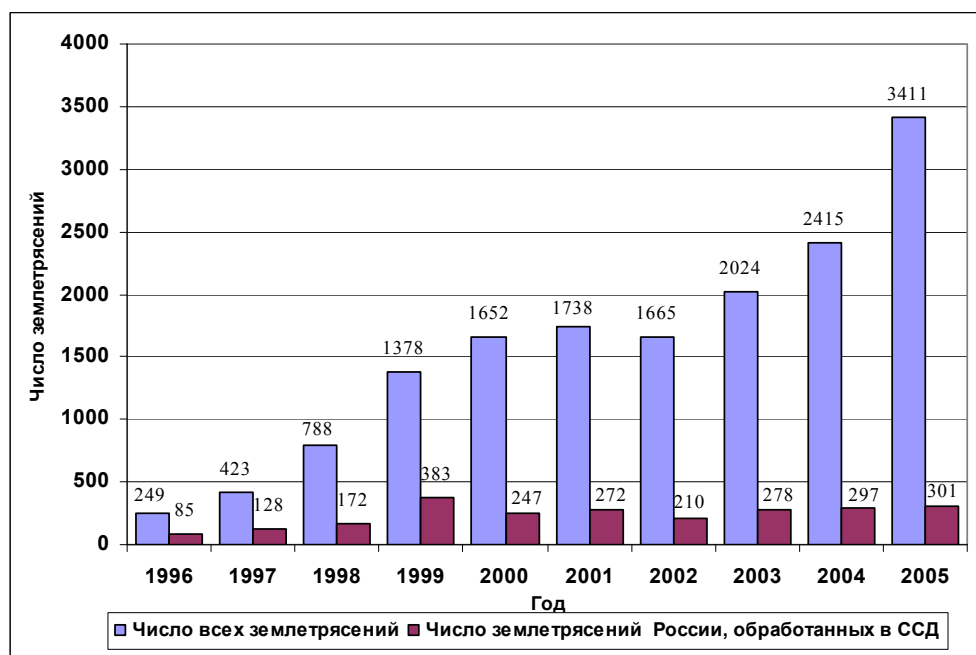


Рис. 2. Изменение во времени числа землетрясений во всем мире и в России, по данным ССД

Следует отметить, что почти 80% землетрясений 2005 г. были обработаны не позднее двух часов с момента их возникновения (рис. 3). При этом уменьшилось среднее время передачи первого предварительного сообщения – для сильных землетрясений мира и ощутимых землетрясений России оно составило 44 мин, т.е. на 1 мин меньше, нежели в 2004 г. Процент землетрясений, обработанных не позднее одного часа, увеличился с 24 до 32%, а обработанных позднее трех часов – уменьшился.

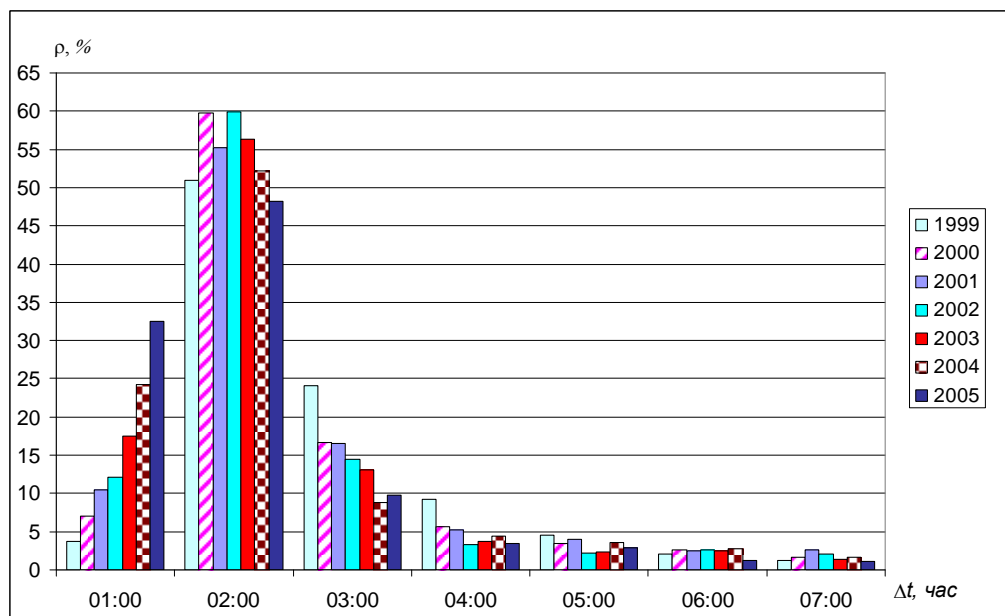


Рис. 3. Плотность $\rho\%$ распределения времени передачи Δt срочных сообщений в 1999–2005 гг.

Самым сильным ($M_S=8.2$ [18], $M_w=8.6$ [19]) событием в 2005 г., как отмечено выше, было землетрясение 28 марта в $16^{h}09^m$ в районе Северной Суматры, самым разрушительным – землетрясение 8 октября в $03^{h}50^m$ в Пакистане с $M_S=7.6$ [18], $M_w=7.6$, унесшее жизни более 86 тыс. человек [19]. На территории России максимальная интенсивность сотрясений с $I=5$ баллов отмечена в г. Николаевск-на-Амуре при Сахалинском землетрясении 8 марта в

23^h58^m с $MPSP=5.2$ [18], $M_w=5.0$ [19]. Оценка интенсивности сотрясений I проведена на основании анализа сейсмических дислокаций и изучения характерных повреждений зданий по 12-балльной макросейсмической шкале MSK-64 [20].

По землетрясениям с интенсивностью $I \geq 5$ баллов в России и сопредельных территориях, а также по разрушительным землетрясениям во всем мире составлялись информационные сообщения, которые помещались на Web-странице ГС РАН [21], на внутреннем и внешнем сайтах с использованием разработанной технологии их размещения на русском и английском языках. Всего таких сообщений одиннадцать. Ниже перечислены и кратко охарактеризованы все одиннадцать землетрясений, произошедших:

1 – 6 марта в 05^h21^m с $MS=6.1$ [18], $M_w=6.3$ [19] к северу от о. Северная Земля. Его эпицентр находился в Северном Ледовитом океане, в 1570 км к северу от пос. Тикси. Землетрясение достаточно сильное для данного региона, где около 30 лет не наблюдалось землетрясений подобного уровня магнитуд [20]. За период с 6 по 10 марта ССД в районе Северной Земли, помимо основного толчка, локализованы один форшок с $m_b=5.5$ (6 марта в 05^h01^m) и шесть афтершоков с магнитудами m_b от 4.5 до 5.3 [21]. Все они приурочены к зоне, протягивающейся через глубоководную часть Арктического бассейна до шельфа моря Лаптевых, которая является фрагментом глобального сейсмического пояса срединно-океанических хребтов, трассирующих дивергентные границы литосферных плит. Эпицентр основного толчка приурочен к гребню подводного хр. Гаккеля, являющегося продольной осью Евразийского суббассейна. По ней проходит граница Евразийской и Североамериканской литосферных плит [22].

2 – 28 марта в 16^h09^m с $MS=8.2$ [18], $M_w=8.6$ [19] в районе Северной Суматры примерно в 200 км к юго-востоку от землетрясения 26.12.2004 г. [20, 21]. По данным ССД, за 28–30 марта зарегистрировано 44 афтершока с магнитудами $m_b=5.0–6.3$. По сообщениям ИТАР-ТАСС, это землетрясение унесло до 2 тыс. жизней, главным образом на о. Ниас.

3 – 13 июня в 22^h44^m с $MPSP=6.9$ [18], $M_w=7.8$ [19] в северной области Чили – Тарапака, в приграничном с Боливией районе. В результате землетрясения была нарушена телефонная связь, повреждены дороги, образовались оползни в области Икике. По данным [23], погибли одиннадцать человек, 200 – ранены, 544 зданий разрушены и более 8 тыс. домов повреждены. Землетрясение ощущалось на территории Перу, Бразилии и Боливии.

4 – 24 июля в 15^h42^m с $MS=7.4$ [18], $M_w=7.2$ [19] в районе Никобарских островов. Эпицентр землетрясения располагался в 640 км к северо-западу от землетрясения 26.12.2004 г. и в 840 км к северо-западу от вышеупомянутого землетрясения 28.03.2005 г. Эпицентр землетрясения 24 июля располагался около западной границы афтершоковой зоны землетрясения 26.12.2004 г., очаговая зона которого продолжала быть активной и в 2005 г., формируя в пространстве область в форме полумесяца, расширяющуюся приблизительно на 1200 км к северу от Суматры. Длина L разрыва при землетрясении 24 июля равна $L=80$ км, ширина – $d=15$ км, тогда как параметры разрыва при основном землетрясении 26.12.2004 г. составили $L=1200$ км, $d=200$ км [24].

5 – 26 сентября в 01^h55^m с $MPSP=7.1$ [18], $M_w=7.5$ [19] на севере Перу, в 675 км к северу от столицы Лимы. Семь человек погибли, 60 ранены, разрушены около 70 % домов. Район землетрясения остался без электричества и телефонной связи. Землетрясение ощущалось в Эквадоре и Бразилии [21].

6 – 29 сентября в 01^h14^m с $MPSP=4.2$ [18] в Дагестане с расчетной интенсивностью сотрясений в эпицентре $I_0=5–6$ баллов. Землетрясение возникло в горной малонаселенной части между горными хребтами Хархалтабек и Арчалавар, где ранее происходили землетрясения с магнитудами до 5.5. Землетрясение ощущалось в селах Кумух и Акуша с $I=4–5$ баллов, Гуниб – 4 балла, Вачи и Чарода – 2 балла [18].

7 – 8 октября в 03^h50^m разрушительное землетрясение с $MS=7.6$ [18], $M_w=7.6$ [19] в Пакистане, вблизи г. Музаффарабад и в 90 км к северу от столицы Исламабада. На рис. 4, фрагменте информационного сообщения с сайта ГС РАН [21], показаны траектории сейсмических лучей от эпицентра до 40 станций, участвующих в расчете параметров гипоцентра по данным ССД. Землетрясение ощущалось на обширных территориях Пакистана, Индии, Афганистана и Таджикистана. По данным ИТАР-ТАСС, в Пакистане погибли более 40 тыс. человек, полностью стерт с лица земли несколько деревень вблизи Музаффарабада, отмечены значительные разрушения в городах Музаффарабад, Мансехра, Багх, Равалкот. В Индийском Кашмире погибли около

600 человек, в штатах Джама, Мадхья-Прадеш, Пенджаб, Раджастхан, Нью-Дели люди в панике покидали свои дома. Землетрясение ощущалось в Таджикистане: в Хороге – с $I=5$ баллов, в Душанбе – 4 балла, в Худжанде (Ленинабад) – 3 балла. Землетрясение сопровождалось многочисленными афтершоками. Более сильного землетрясения за последние сто лет в этом регионе не было. Причина землетрясения – тектоническая: Индостанская литосферная плита медленно сдвигается в сторону Гималаев и Тянь-Шаня [25]. Небольшая глубина (8–22 км) объясняет значительную разрушительную силу землетрясения. В Исламабаде с трехмиллионным населением рухнул девятнадцатипятиэтажный небоскреб, под руинами которого погибли сотни людей. Разрушено множество населенных пунктов в северных районах Пакистана и индийском штате Джамму и Кашмир. Отголоски землетрясения ощущались в Казахстане и Кыргызстане. Землетрясение сопровождалось многочисленными афтершоками, сильнейшие имели магнитуды более 6. На рис. 4, представляющем фрагмент информационного сообщения с сайта ГС РАН [21], показаны траектории сейсмических лучей от эпицентра до 40 станций, участвующих в расчете параметров гипоцентра по данным ССД.

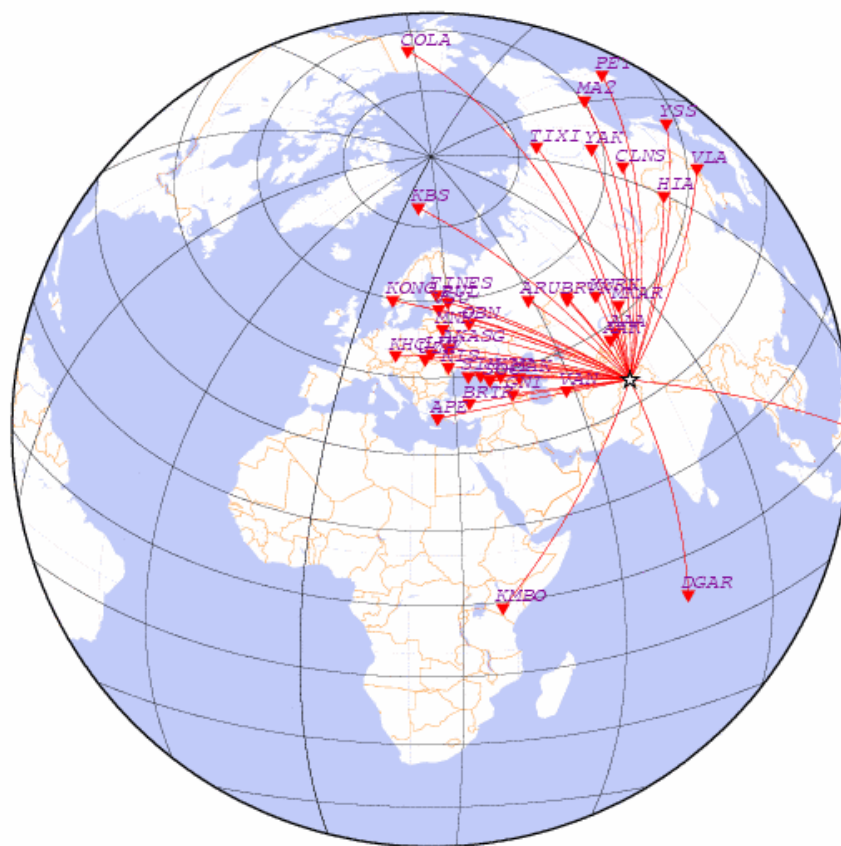


Рис. 4. Траектории сейсмических лучей от эпицентра разрушительного землетрясения в Пакистане 8 октября 2005 г. до сейсмических станций

8 – 10 ноября в $19^{\text{h}}29^{\text{m}}$ с $MS=5.7$ [18], $M_w=5.8$ [19] на юго-востоке Сибири, в Южной Якутии, в 60 км к северу от пос. Олёкма. Эпицентр приурочен к северо-восточному окончанию хр. Удокан, в междуречье рек Чаруоды и Олёкмы. Активизация в очаговой области началась еще в сентябре, когда по данным ССД было зарегистрировано землетрясение 14 сентября в $13^{\text{h}}48^{\text{m}}$ с $MS=3.5$ [18]. До этого в зоне землетрясения региональной сетью Якутского филиала СО ГС РАН также регистрировались отдельные толчки в мае, июне, августе, которые в основном не превышали энергетический класс $K_p=8-9$, исключение составил лишь толчок 31 мая в $18^{\text{h}}34^{\text{m}}$ с $K_p=10.7$. Землетрясение сопровождалось многочисленными афтершоками. Землетрясение произошло в малонаселенном районе, на юге Якутии; ощущалось в пос. Хани и Олёкма с $I=3-4$ балла, Чара Куанда и Новая Чара – 2–3 балла, Чите – 2 балла.

9 – 14 ноября в $21^{\text{h}}38^{\text{m}}$ с $MS=7.1$ [18], $M_w=7.0$ [19] у восточного побережья о. Хонсю, в 350 км восточнее Синдай и в 535 км северо-восточнее столицы Токио. Землетрясение ощуща-

лось в ряде городов северо-восточной части о. Хонсю, где вызвало умеренные по амплитуде волны цунами [23] и на Курильских островах. В пос. Малокурильское землетрясение ощущалось с $I=3$ балла, в Южно-Курильске – 2 балла [18].

10 – 27 ноября в $10^{\text{h}}22^{\text{m}}$ с $MS=5.8$ [18], $M_w=5.8$ [19] на юге Ирана, в 60 км от порта Бендер-Аббаса в провинции Хормозган. Землетрясение повлекло за собой разрушения и человеческие жертвы. По данным ИТАР-ТАСС, в результате землетрясения погибли 13 человек, около ста ранены. Основной толчок сопровождался афтершоками. Сильнейшие из них с m_b от 4 до 5.6 зарегистрированы ССД.

11 – 5 декабря в $12^{\text{h}}19^{\text{m}}$ с $MS=6.9$ [18], $M_w=6.8$ [19] в Африке, в районе оз. Танганьика, на границе Конго и Танзании. Оно ощущалось сразу в шести странах, включая Демократическую Республику Конго и Танзанию. Отмечены жертвы и разрушения [26].

Как видим, эти информационные сообщения посвящены как сильным разрушительным землетрясениям (2–5, 7, 9–11) мира, так и землетрясениям (1, 6, 8) с меньшей магнитудой, значимым на территории России. Так, в 2005 г. анализировалось проявление сейсмической активности севернее Северной Земли, в Дагестане и южной Якутии.

Л и т е р а т у р а

1. Старовойт О.Е., Чепкунас Л.С., Коломиец М.В. Служба срочных донесений ГС РАН // Землетрясения Северной Евразии в 2004 году. – Обнинск: ГС РАН, 2009. – С. 235–240.
2. Старовойт О.Е. Система информационного обеспечения о землетрясениях в России // Вестник ОГГГН РАН. – 1999. – № 1 (7). http://www.segis.ru/russian/cp1251/h_dgggms/1-99/starovt.htm#begin
3. Старовойт О.Е., Мишаткин В.Н. Сейсмические станции Российской академии наук (состояние на 2001 г.). – М.-Обнинск: ГС РАН, 2001. – 86 с.
4. Красилов С.А., Коломиец М.В., Акимов А.П. Организация процесса обработки цифровых сейсмических данных с использованием программного комплекса WSG // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы Международной сейсмологической школы, посвященной 100-летию открытия сейсмических станций «Пулково» и «Екатеринбург». – Обнинск: ГС РАН, 2006. – С. 77–83.
5. Бармин М.П., Захарова А.И., Миронович В.Л., Старовойт О.Е., Чепкунас Л.С. Определение координат сильных землетрясений на ЭВМ «Мир-1» в Службе срочных донесений // Физика Земли. – 1976. – № 9. – С. 87–93.
6. Jeffreys H., Bullen K.E. Seismological tables // Brit. Assoc. for the advancement of Sci. – London: Gray-Milne Trust, 1958. – 65 p.
7. Рихтер Ч. Элементарная сейсмология. – М.: ИЛ, 1963. – 670 с.
8. Gutenberg B., Richter C. Earthquake magnitude, intensity, energy and acceleration // Bull. Seism. Soc. Am. – 1942. – 32. – N 3 – P. 163–191.
9. Gutenberg B., Richter C. Earthquake magnitude, intensity, energy and acceleration // Bull. Seism. Soc. Am. – 1956. – 46. – N 2 – P. 105–145.
10. Ванек И., Затопек А., Карник В., Кондорская Н.В., Ризниченко Ю.В., Саваренский Е.Ф., Соловьев С.Л., Шебалин Н.В. Стандартизация шкал магнитуд // Изв. АН СССР. – Сер. геофизич. – 1962. – № 2. – С. 153–158.
11. Горбунова И.В., Шаторная Н.В. О калибровочной кривой для определения магнитуды землетрясений по волнам РККР // Физика Земли. – 1976. – № 7. – С. 77–81.
12. Акимов А.П. Автоматический модуль быстрого определения параметров гипоцентра землетрясения по данным цифровой сейсмической сети // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы Четвертой Международной сейсмологической школы, Листвянка, 10–14 августа 2009 г. – Обнинск: ГС РАН, 2009. – С. 3–7.
13. Старовойт О.Е., Чернобай И.П. Участие России в международных проектах по сейсмическим наблюдениям // Федеральная система сейсмологических наблюдений и прогноза землетрясений: Информационно-аналитический бюллетень – М.: МЧС РФ и РАН. – 1994. – № 2. – С. 33–40.
14. Старовойт О.Е., Габсатарова И.П., Коломиец М.В. Использование данных и продуктов Организации по ДВЗЯИ в сейсмическом мониторинге России // Вестник НЯЦ РК. Вып.2. – Курчатова: НЯЦ РК, 2007. – С. 9–12.

15. Сайт Швейцарской сейсмологической службы <http://www.seismo.ethz.ch/redpuma/redpuma.html>
16. 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.
17. Gutenberg B., Richter C. Magnitude and energy of earthquakes // Ann. di Geofisica. – 1956. – 1. – N 9. – P. 1–15.
18. Сейсмологический бюллетень (ежедекадный) за 2005 год / Отв. ред. О.Е. Старовойт. – Обнинск: ГС РАН, 2005–2006.
19. Bulletin of the International Seismological Centre for 2005. – Berkshire: ISC, 2007.
20. Старовойт О.Е., Чепкунас Л.С., Габсатарова И.П. Хроника сейсмичности Земли. От Суматры до Северной Земли // Земля и Вселенная. – 2005. – № 6. – С. 74–78.
21. Сайт ЦОМЭ ГС РАН <http://www.ceme.gsras.ru>
22. Аветисов Г.П. Арктический бассейн // Землетрясения Северной Евразии, 2001 год. – Обнинск: ГС РАН, 2007. – С. 248–251.
23. Старовойт О.Е., Чепкунас Л.С., Габсатарова И.П. Хроника сейсмичности Земли. Землетрясения во втором полугодии 2005 г. // Земля и Вселенная. – 2006. – № 2. – С. 98–100.
24. Чепкунас Л.С., Малянова Л.С. Очаговые параметры сильных землетрясений Земли // Землетрясения Северной Евразии, 2004 г. – Обнинск: ГС РАН, 2010. – С. 274–282.
25. Маркин В.А. Самое сильное землетрясение за 100 лет // Земля и Вселенная. – 2005. – № 6. – С. 78.
26. Чепкунас Л.С., Болдырева Н.В., Пойгина С.Г. Оперативная обработка землетрясений мира по телесеismicким наблюдениям ГС РАН. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).