

ОПЕРАТИВНАЯ ОБРАБОТКА СИЛЬНОГО ОЛЮТОРСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ 20 (21) АПРЕЛЯ 2006 г. И ЕГО АФТЕРШОКОВ

Сенюков С.Л., Дроздина С.Я., Козлова Н.И., Пасечко Н.П.,
Нуждина И.Н., Кожевникова Т.Ю.

Камчатский филиал Геофизической службы РАН, Петропавловск-Камчатский, sva07@emsd.ru

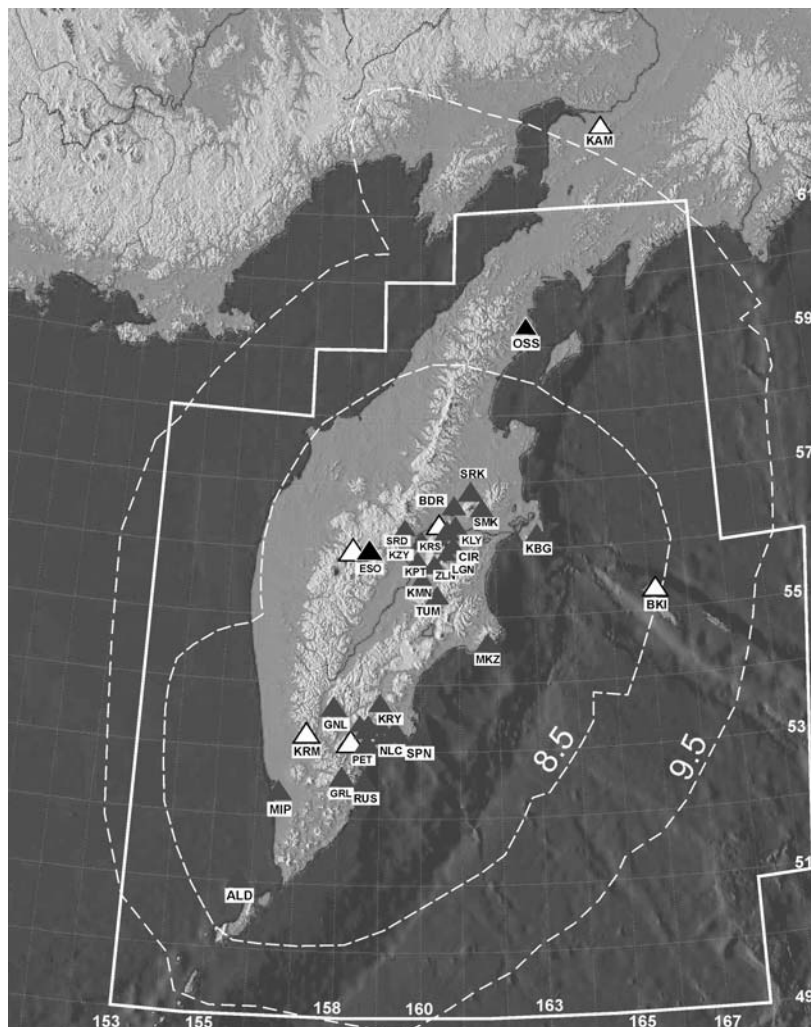
Введение

Одним из главных результатов работы Камчатского филиала ГС РАН является каталог землетрясений Камчатки и Командорских островов, который ежедневно обновляется и публикуется в Интернете по адресу: <http://data.emsd.iks.ru/regquake/index.htm>.

В лаборатории исследований сейсмической и вулканической активности (ИСВА) осуществляется оперативная обработка землетрясений за текущие сутки, по данным радиотелеметрических сейсмических станций (РТСС), получаемым в режиме реального времени. Кроме этого, если в течение рабочего дня (с 08 час 00 мин до 18 час 00 мин местного времени) происходит землетрясение с магнитудой ≥ 4.5 в пределах нашей зоны ответственности или с магнитудой $M_{сд} \geq 4.0$ в Авачинском заливе, сотрудники нашей лаборатории обрабатывают их в первую очередь (рис.1). Данные об этих землетрясениях передаются по системе срочных донесений не позднее 20 мин после начала сейсмического события.

Сеть сейсмических станций

На рис.1 представлена карта Камчатки. Сплошной ломаной линией показана зона ответственности КФ ГС РАН. Пунктиром нанесены контуры надежной регистрации землетрясений в энергетических классах по шкале С.А.Федотова [4]. Треугольниками показано



расположение станций. К апрелю 2006 г радиотелеметрическая сеть насчитывала 30 станций. Сложившаяся конфигурация позволяла регистрировать события, происходящие в Корякском автономном округе начиная с $K_s \geq 9.5$. Обработку и корректное определение местоположения землетрясений затрудняли два обстоятельства: сеть была расположена с одной стороны и находилась на значительной удаленности от эпицентральной зоны.

Рис.1. Карта Камчатки с зоной ответственности КФ ГС РАН, изолиниями надежной регистрации и сетью сейсмических станций. Сплошная линия – граница зоны ответственности, пунктирная линия – контуры надежной регистрации. Черные треугольники – региональные аналоговые станции; белые – цифровые станции; серые – радиотелеметрические станции.

Результаты наблюдений

21 апреля в 12 час. 24 мин. 55 сек. местного времени (или 20 апреля в 23 час. 24 мин. 55 сек. Гринвичского времени) произошло сильное землетрясение с магнитудой $M_{сд} \geq 7.8$. В силу перечисленных выше причин первоначальное определение параметров вызвало серьезное затруднение у дежурного сотрудника. Привычная процедура обработки не подошла для определения местоположения эпицентра этого землетрясения. Несмотря на четкие вступления Р-волн, зарегистрированных практически на всех станциях сети, программа расчета гипоцентров НИРО (автор Ю.Ю.Мельников [3]) не давала решения. Поэтому предварительный вариант положения гипоцентра был получен по данным станций мировой сети IRIS с помощью программы DIMAS (автор Д.В.Дроздин [1]). В определении участвовало 7 станций, расположенных вокруг эпицентральной зоны (рис.2).

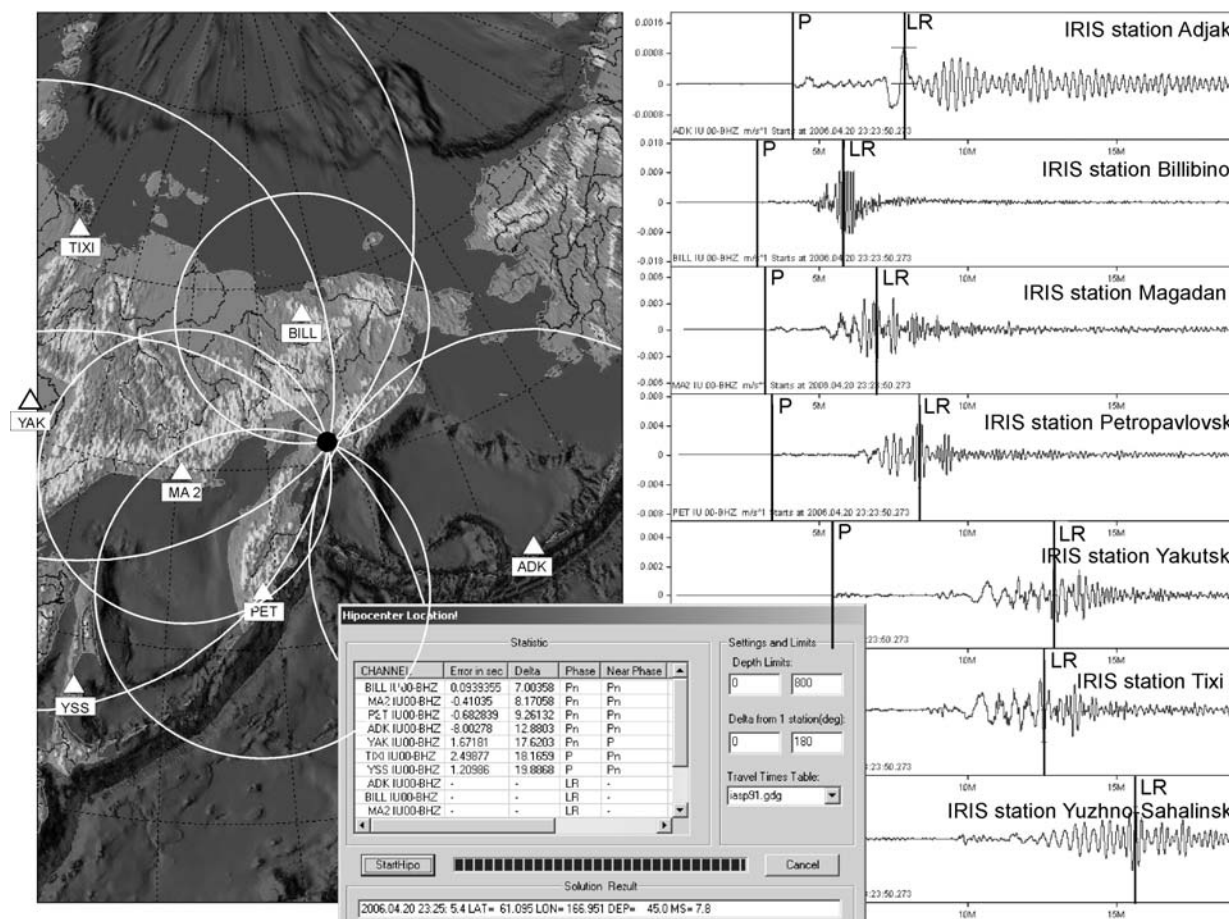


Рис.2. Эпицентр Олюторского землетрясения по данным мировой сети IRIS. Сейсмические записи на станциях с отмеченными вступлениями Р-волн.

Привлечение данных со станций мировой сети IRIS «Билибино» и «Магадан», доступ к которым в срочном порядке был организован Дмитрием Дроздиным, сделало возможным запустить привычную обработку по программе НИРО, подбирая случайным образом набор станций, для которого программа давала решение. Первая информация была передана по телефону в Главное управление МЧС по Камчатской области только через 40 мин после начала события.

Для обработки роя афтершоков, который последовал за главным толчком, приказом по Камчатскому филиалу, был введен чрезвычайный режим - установлено круглосуточное дежурство для сотрудников лаборатории ИСВА. Работа в таком режиме продолжалась в течение 10 суток до значительного уменьшения сейсмической активности. За это время было передано 9 сообщений по регламенту службы срочных донесений. Всего за период времени от момента главного события до 2 августа 2007 г было обработано 204 события из эпицентральной зоны Олюторского землетрясения. Со 2 августа до конца ноября 2007 г не было зафиксировано землетрясений из этого района. На рис.3 представлена карта афтершоков Олюторского землетрясения.

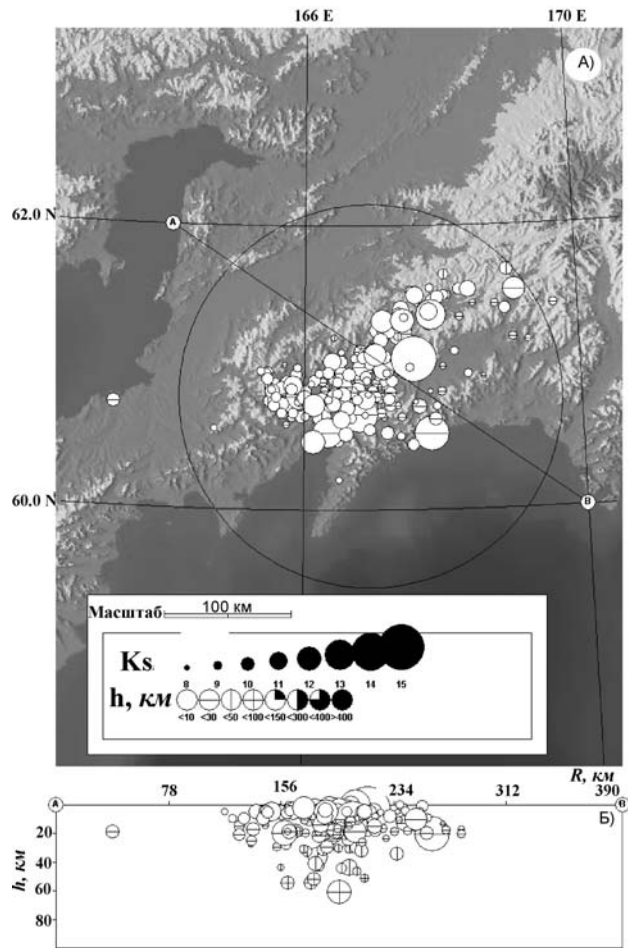


Рис.3. Карта эпицентров (А) и проекция (Б) гипоцентров на вертикальный разрез А-В для афтершоков Олюторского землетрясения, зарегистрированных с 20 апреля 2006 г. по 2 августа 2007 г.

На рис. 4 представлены графики сейсмической активности.

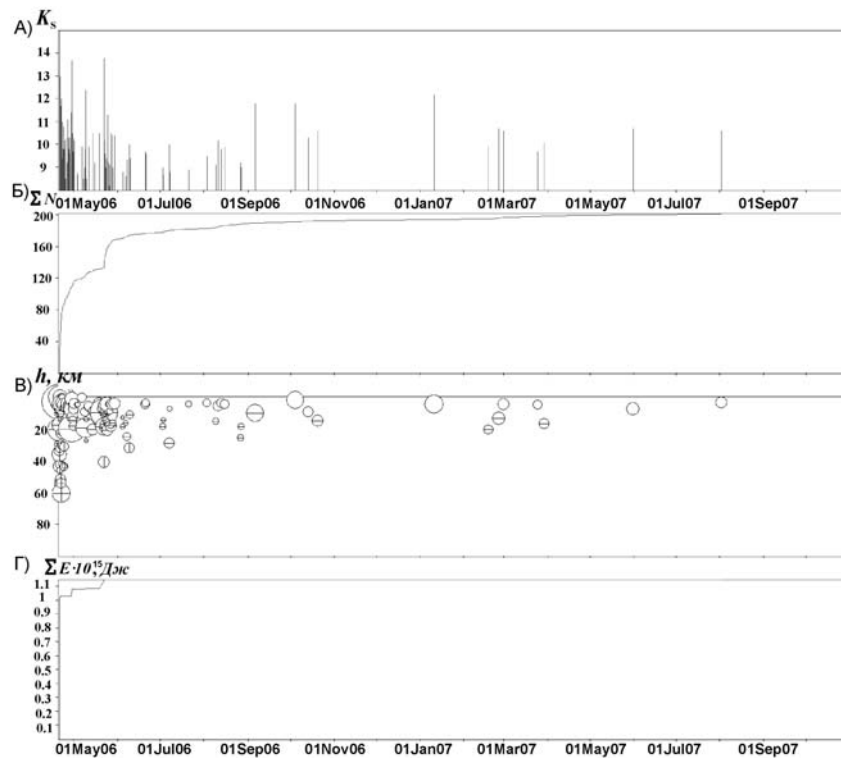


Рис.4. Графики активности для землетрясений, выделенных окружностью на рис.5: А) энергетический класс K_s ; Б) кумулятивное количество землетрясений; В) глубина; Г) кумулятивный график выделенной энергии.

Для землетрясений Олюторского роя график повторяемости имеет характер близкий к линейному в диапазоне $K_s = 9.5-11.5$, и наклон* графика повторяемости γ равен 0.46 ± 0.02 (рис.5).

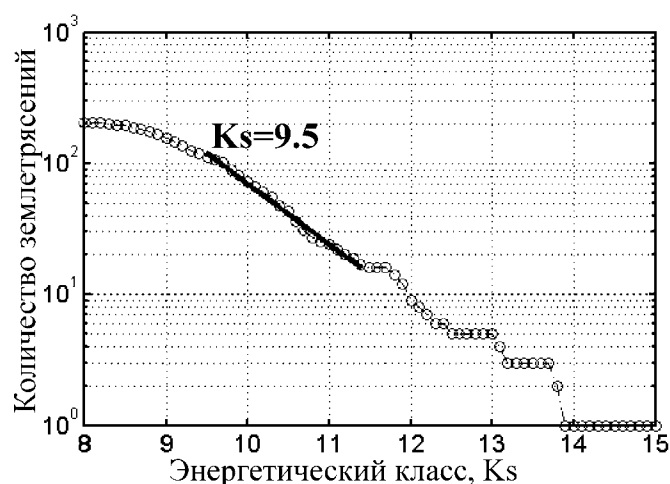
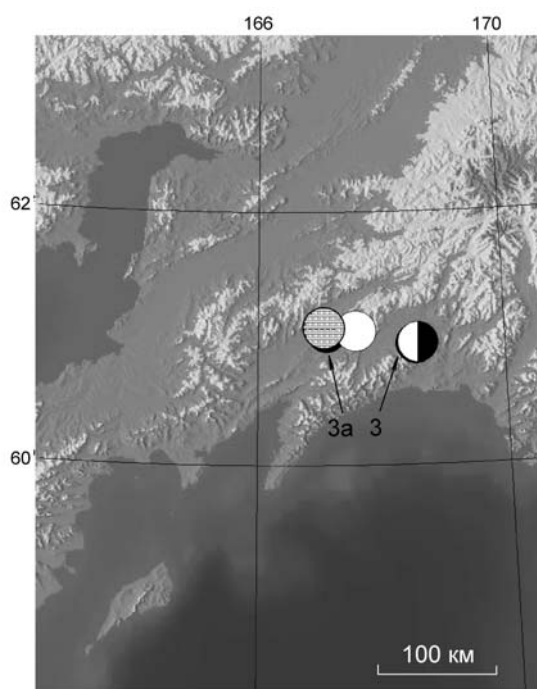


Рис.5. График повторяемости для афтершоков Олюторского землетрясения.

Оценка результатов наблюдений

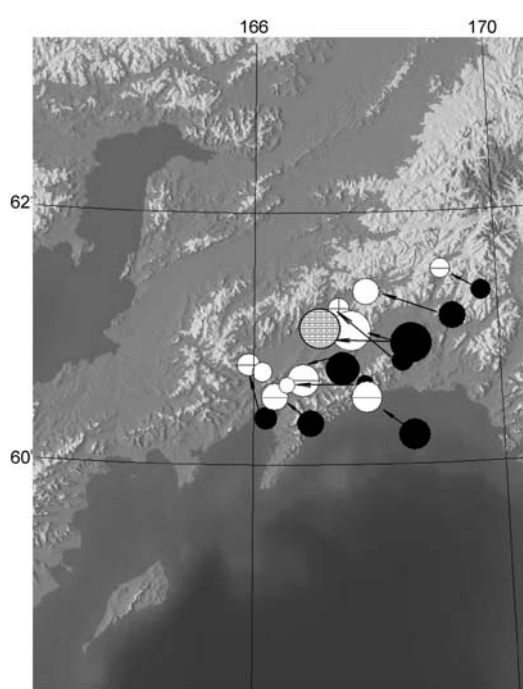
Для оценки результатов было проведено сравнение параметров основного толчка, определенных по разному набору станций и полученных с помощью разных программ гипоцентрии (рис.6 А).

А)



● - 1 ○ - 2 ● - 3 ● - 4

Б)



● - 1 ○ - 2 ● - 3

Рис. 6. А) Карта с инструментальными эпицентрами Олюторского землетрясения по разным данным. 1- определение по программе НИРО с использованием только РТСС; 2 – с использованием РТСС + IRIS; 3 и 3а – определение по программе DIMAS, по РТСС и РТСС+IRIS; 4 – эпицентр Олюторского землетрясения по данным Геологической Службы США. Б) Карта с инструментальными эпицентрами наиболее сильных афтершоков, полученных в программе НИРО по данным: 1 – радиотелеметрических станций, 2- радиотелеметрических станций и станций «Билибино» и «Магадан», 3 – эпицентр Олюторского землетрясения по данным Геологической Службы США (USGS, <http://earthquake.usgs.gov/>).

* Оценка наклона графика повторяемости вызывает сомнения. В частности, в два раза завышена точность определения γ . – Прим.ред.

Использовались программы HIPO и DIMAS. Положения эпицентров с использованием только станций сети РТСС, полученные разными программами практически совпадают. Добавление станций «Билибино» и «Магадан» смещает эпицентр основного толчка примерно на 50 км в северо-западном направлении при расчете по программе HIPO. Эпицентр, рассчитанный по программе DIMAS, сдвинут примерно на 80 км в том же направлении и практически совпадает с определением по данным Геологической Службы США.

Также было проведено сравнение положений инструментальных эпицентров наиболее сильных афтершоков, полученных по данным телеметрических станций и с добавлением данных станций «Билибино» и «Магадан» в программе HIPO (рис. 6 Б). Привлечение данных станций мировой сети систематически сдвигает эпицентры афтершоков примерно на 50 км в северо-западном направлении по отношению к эпицентрам, определенным только по радиотелеметрическим станциям КФ ГС РАН, так же как и для основного толчка.

Выводы

Несомненным достижением является то, что в оперативном режиме удалось проследить за основными параметрами развития очаговой зоны сильного Олюторского землетрясения 20 апреля 2006 г, что позволило сделать своевременные оценки сейсмической опасности. В истории Геофизической Службы РАН это был второй случай после Кроноцкого землетрясения 5 декабря 1997 г [2]. Впервые обработка в оперативном режиме велась с совместным использованием данных РТСС и глобальной сети GSN. Что позволило сделать оценки параметров землетрясений более достоверными.

В процессе оперативной обработки роя землетрясений, следовавшего после главного толчка были выявлены следующие проблемы:

1) для корректного определения параметров землетрясений из Корякского округа необходимо установка новых сейсмических станций в этом районе, данные которых были бы доступны в реальном режиме времени;

2) используемая в оперативной обработке программа HIPO Ю.Ю.Мельникова неустойчиво определяет положение эпицентров землетрясений из пограничных районов нашей зоны ответственности.

Список литературы

1. Дрознин Д.В., Дрознина С.Я. Интерактивная программа обработки сейсмических сигналов DIMAS. // Статья в настоящем сборнике.
2. Козырева Н.П., Сеньюков С.Л., Дрознин Д.В., Ящук В.В. О процессе оперативной обработки сейсмологической информации о сильном землетрясении 5 декабря 1997г. // Кроноцкое землетрясение на Камчатке 5 декабря 1997 года. Предвестники, особенности, последствия. Петропавловск-Камчатский: Из-во КГАРФ, 1998. С. 25-31.
3. Мельников Ю.Ю. Пакет программ для определения координат гипоцентров землетрясений Камчатки на ЭВМ // Вулканология и сейсмология. 1990. №5. С. 103-112.
4. Федотов С.А. Энергетическая классификация Курило-Камчатских землетрясений и проблема магнитуд. М.: Наука, 1972. 117 с.