

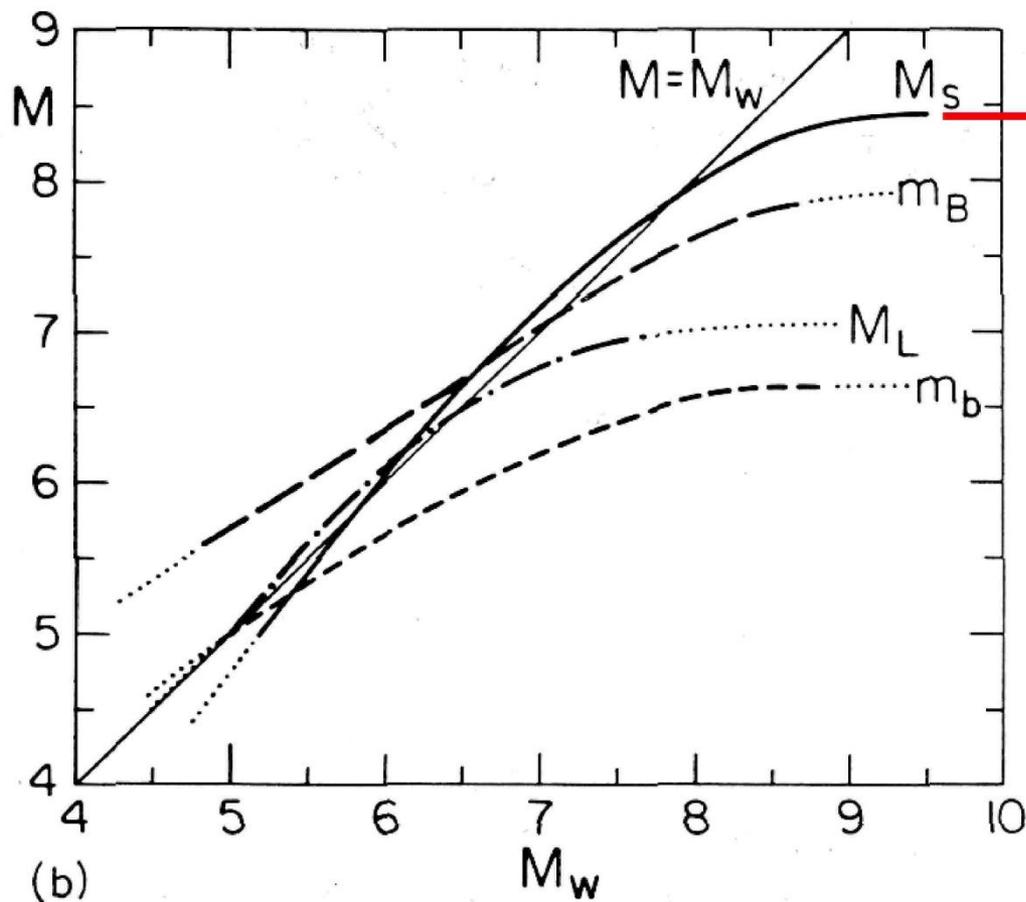
УЛУЧШЕННАЯ ОЦЕНКА МАГНИТУДЫ M_{WP} УМЕРЕННЫХ И СИЛЬНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Абубакиров И.Р., Павлов В.М., Федосеева Е.Н.
Камчатский филиал Геофизической службы РАН

Петропавловск-Камчатский
2015

ОБСУЖДЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ (1)

Канамори, 1983



M_s - Магнитуда по поверхностным волнам с периодом около 20 с

ПРОБЛЕМА: Шкала M_s систематически недооценивает величину сильных землетрясений. Для таких событий желательно использовать шкалу моментных магнитуд M_w .

ОБСУЖДЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ (2)

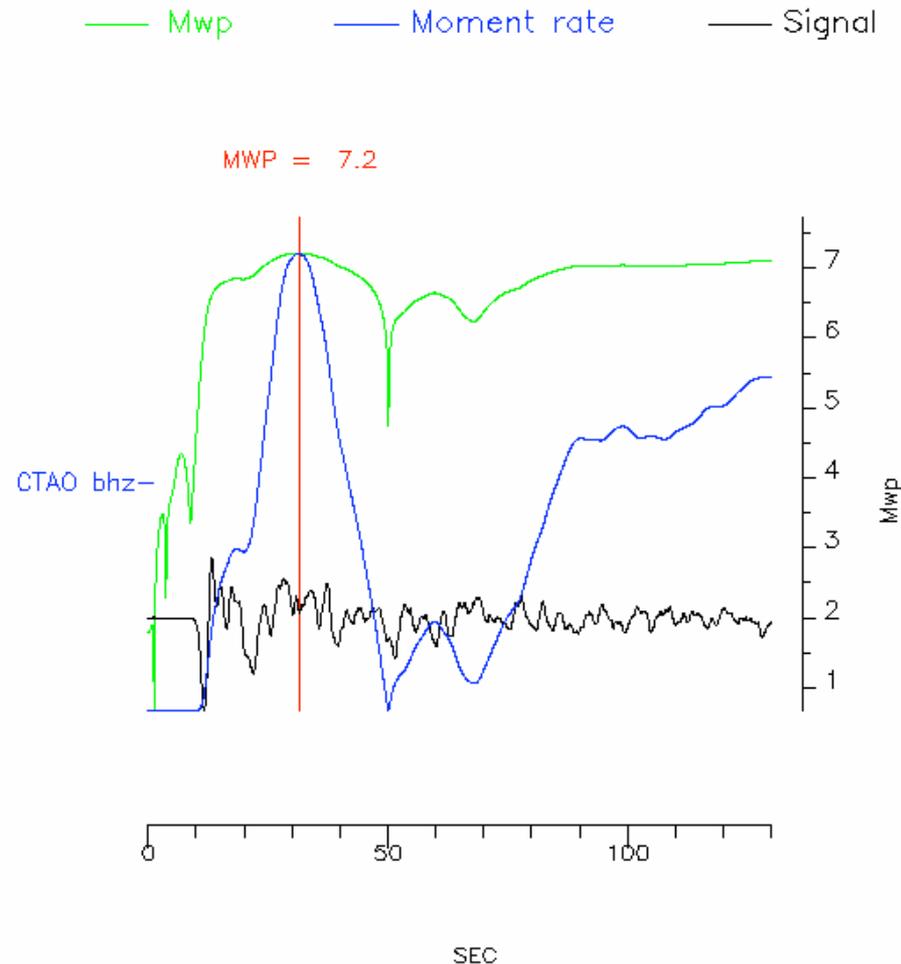
Tsuboi (1995, 1999): Предложил способ быстрой оценки M_W путем интегрирования широкополосных записей смещений P -волн.

$$M_0 = 4\pi\rho\alpha^3 r \max \left| \int u_z(x_r, t) dt \right|,$$

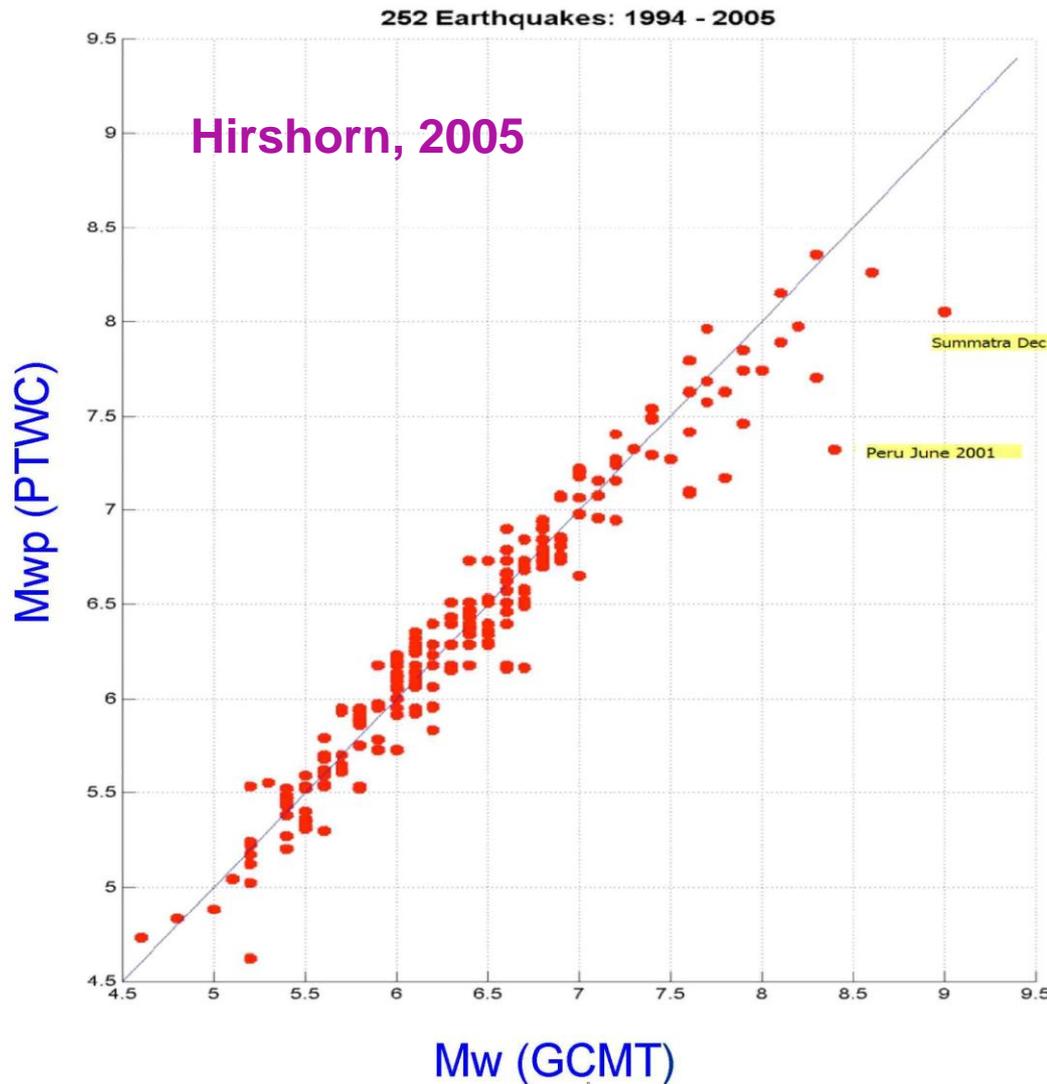
где u_z – вертикальная компонента записи смещений грунта, r – эпицентральное расстояние, ρ – плотность, α – скорость распространения P -волн.

$$M_{wp} = \frac{2}{3} (\log_{10} M_0 [\text{Н} \cdot \text{м}] - 9.1)$$

Hirshorn, 2005



ОБСУЖДЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ (3)



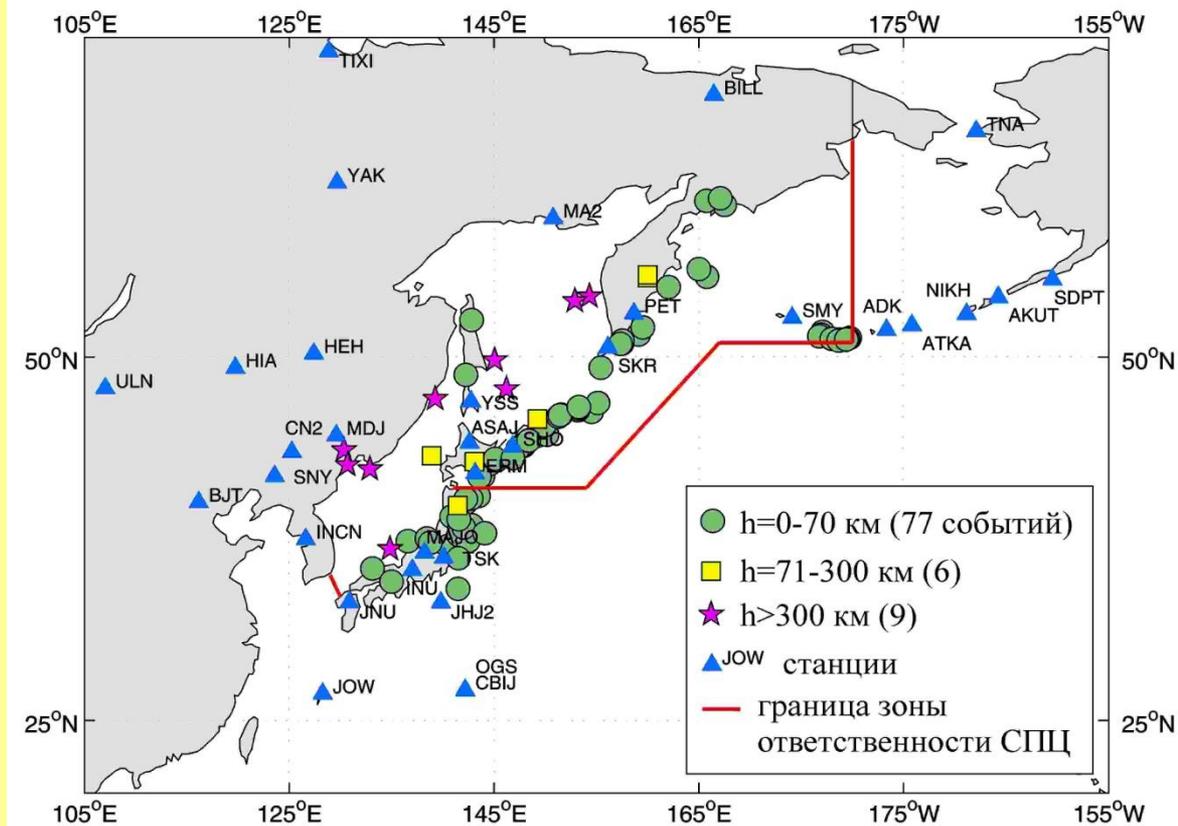
Шкала M_{WP} успешно используется в зарубежных центрах предупреждения о цунами.

НО: В условиях Дальневосточной сети станций стандартный метод **не позволяет** получить устойчивые оценки M_{WP} .

Расхождение с оценками M_W из глобального каталога СМТ может достигать более одной единицы магнитуды (Чебров Д.В., Гусев А.А., 2010).

ОБСУЖДЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ (4)

Абубакиров, Павлов, Федосеева (2013): Схема устойчивого расчета, в которой предварительно вычисляются значения магнитуд $M_{WP}(f)$ в нескольких частотных полосах, а затем из полученного набора спектральных магнитуд выбирается окончательная оценка M_{WP} .

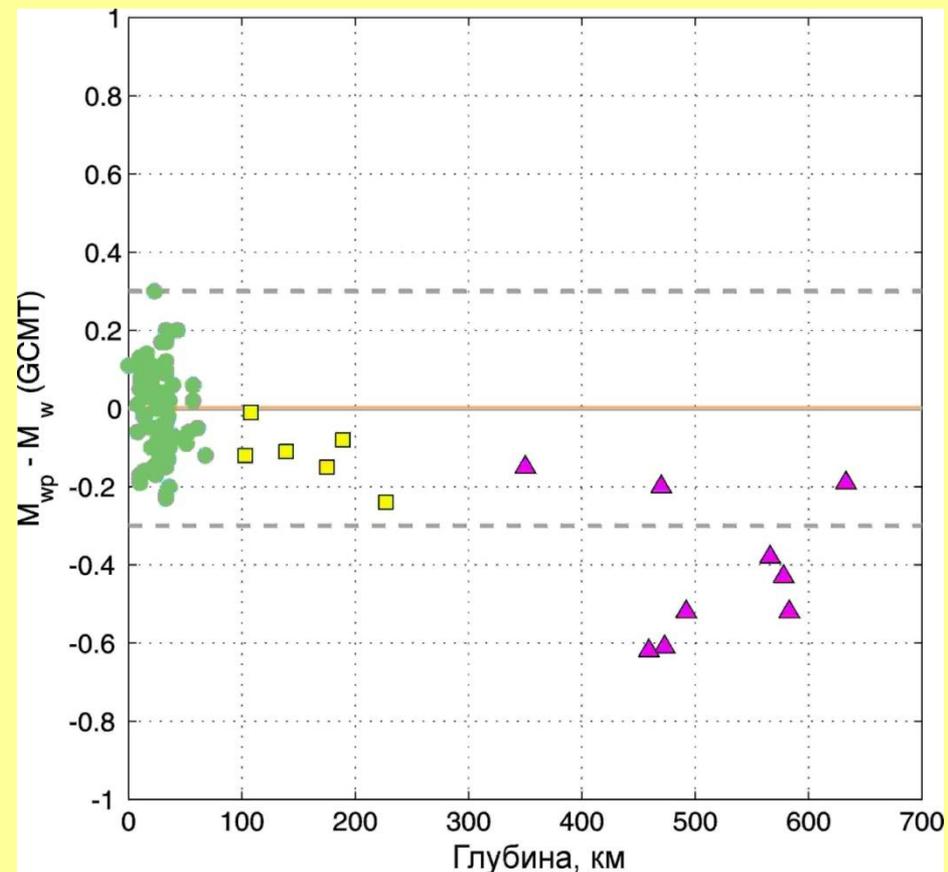
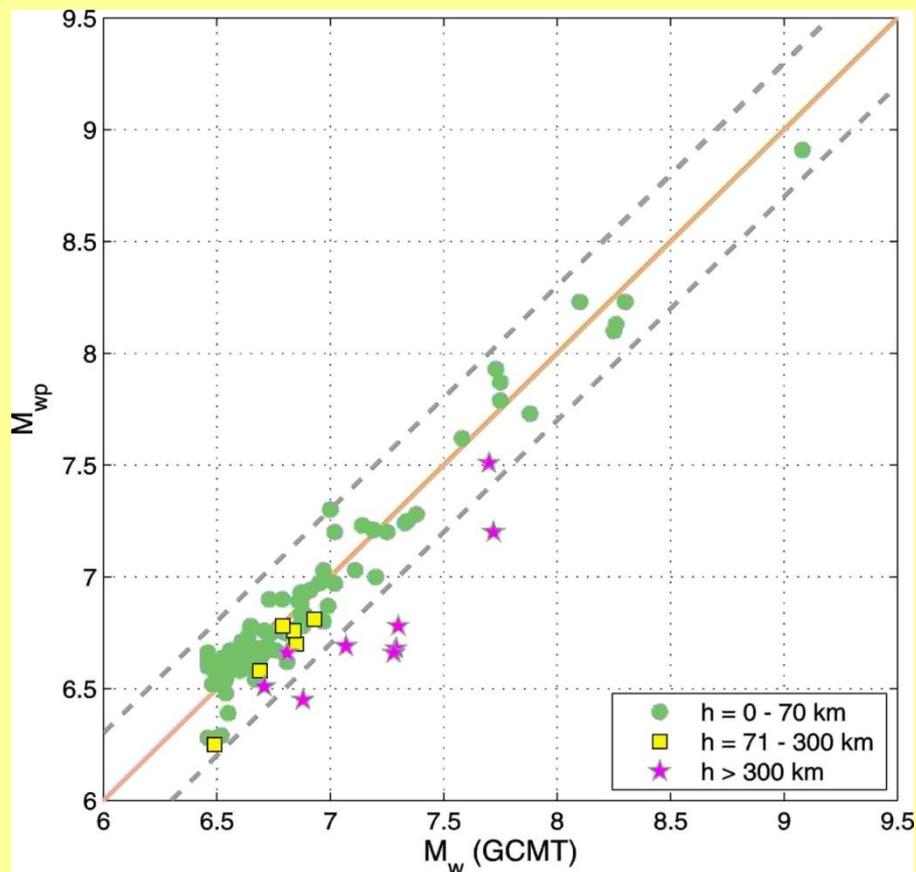


Расчетная
схема
опробована на
примере **92**
землетрясений
Дальнего
Востока с
 $M_W = 6.5-9.1$

Положение эпицентров и сейсмических станций

ОБСУЖДЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ (5)

Абубакиров, Павлов, Федосеева (2013): Результаты



ПРОБЛЕМА: Для промежуточных и глубоких землетрясений наблюдается систематическое смещение оценок M_{WP} относительно оценок M_W из глобального каталога CMT.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Цель исследования: разработать устойчивую схему оперативного расчета несмещенных оценок M_{WP} для умеренных и сильных землетрясений Дальнего Востока с произвольной глубиной гипоцентра.

Координаты эпицентра и время в очаге землетрясения предполагаются известными.

Задачи:

1. Доработка созданной ранее схемы расчета M_{WP} , включая:
 - (1а) исследование вариантов полосовой фильтрации, обеспечивающих наилучшее согласие оценок M_{WP} и M_W отдельно для трех интервалов глубин гипоцентров;
 - (1б) разработку способа грубой оценки глубины гипоцентра по временам вступлений Р-волн.
2. Опробование применимости доработанной расчетной схемы для землетрясений Дальнего Востока в расширенном диапазоне магнитуд $M_W = 5.0-9.1$.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

461 землетрясение Дальнего Востока 1994-2013 гг.

Магнитуды: $M_w = 5.0 - 9.1$; Глубины: 0 - 700 км

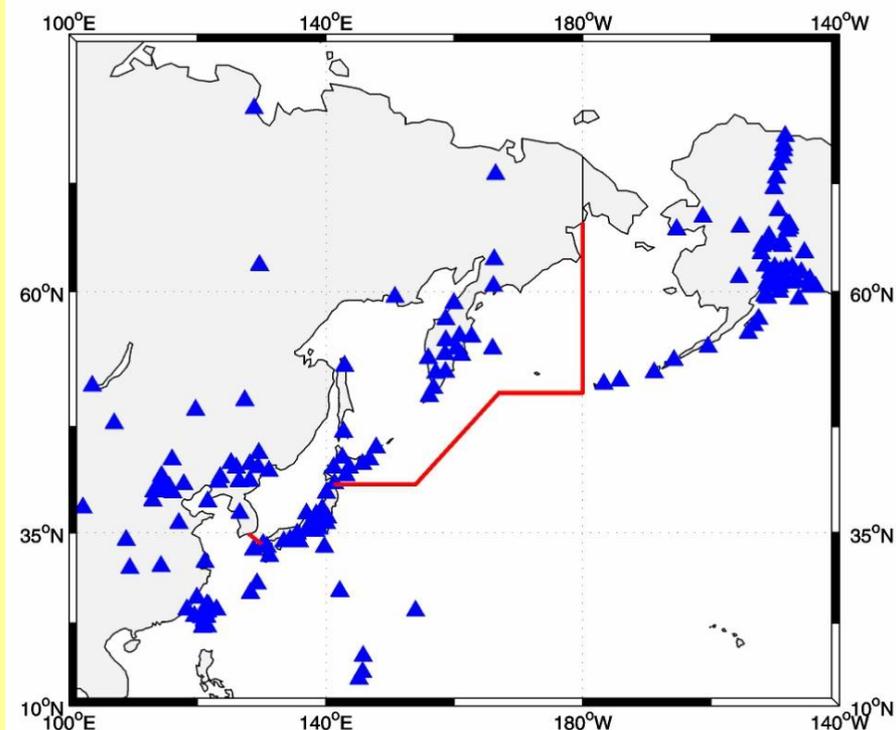
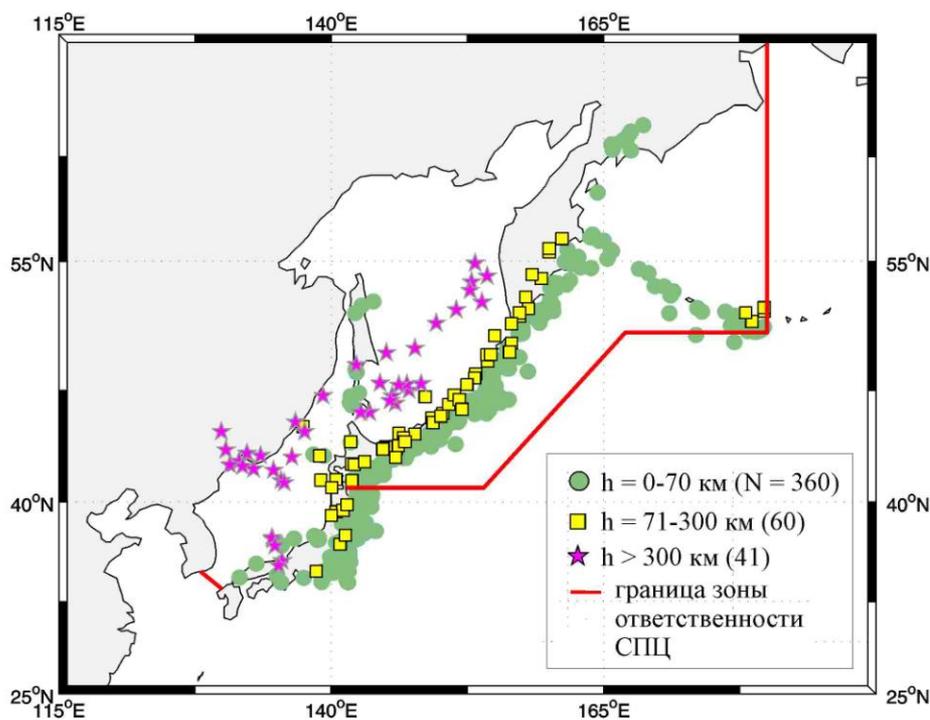
185 станций в диапазоне эпицентральных расстояний $5^\circ - 22^\circ$

Приборы: широкополосные велосиметры с $T_0 \geq 100$ с

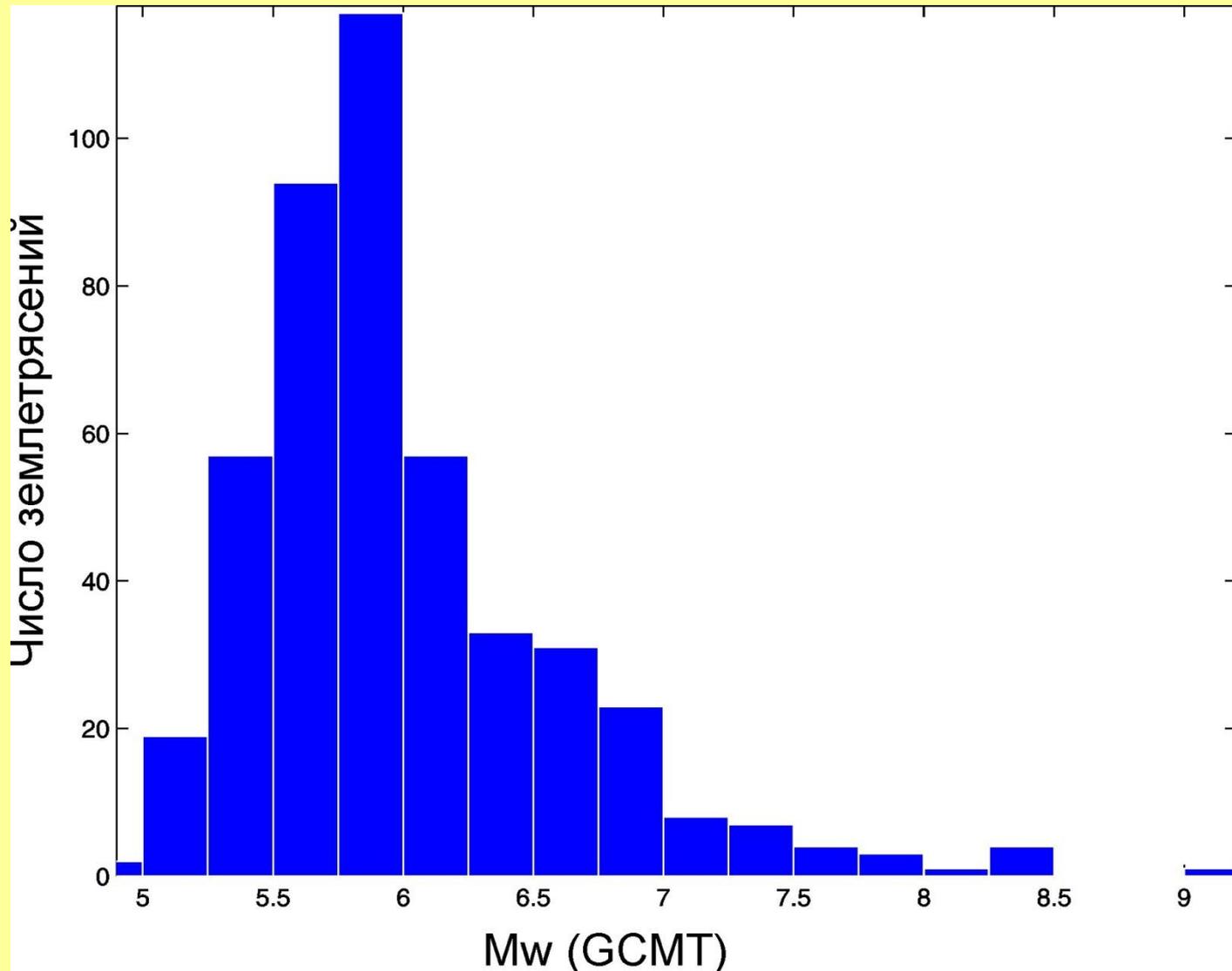
Сети: основная - **GSN**; дополнительные - **F-net** (Япония), региональные сети Камчатки и Аляски, станции **СП СПЦ** на Дальнем Востоке России

Общее число обработанных записей: **3840**

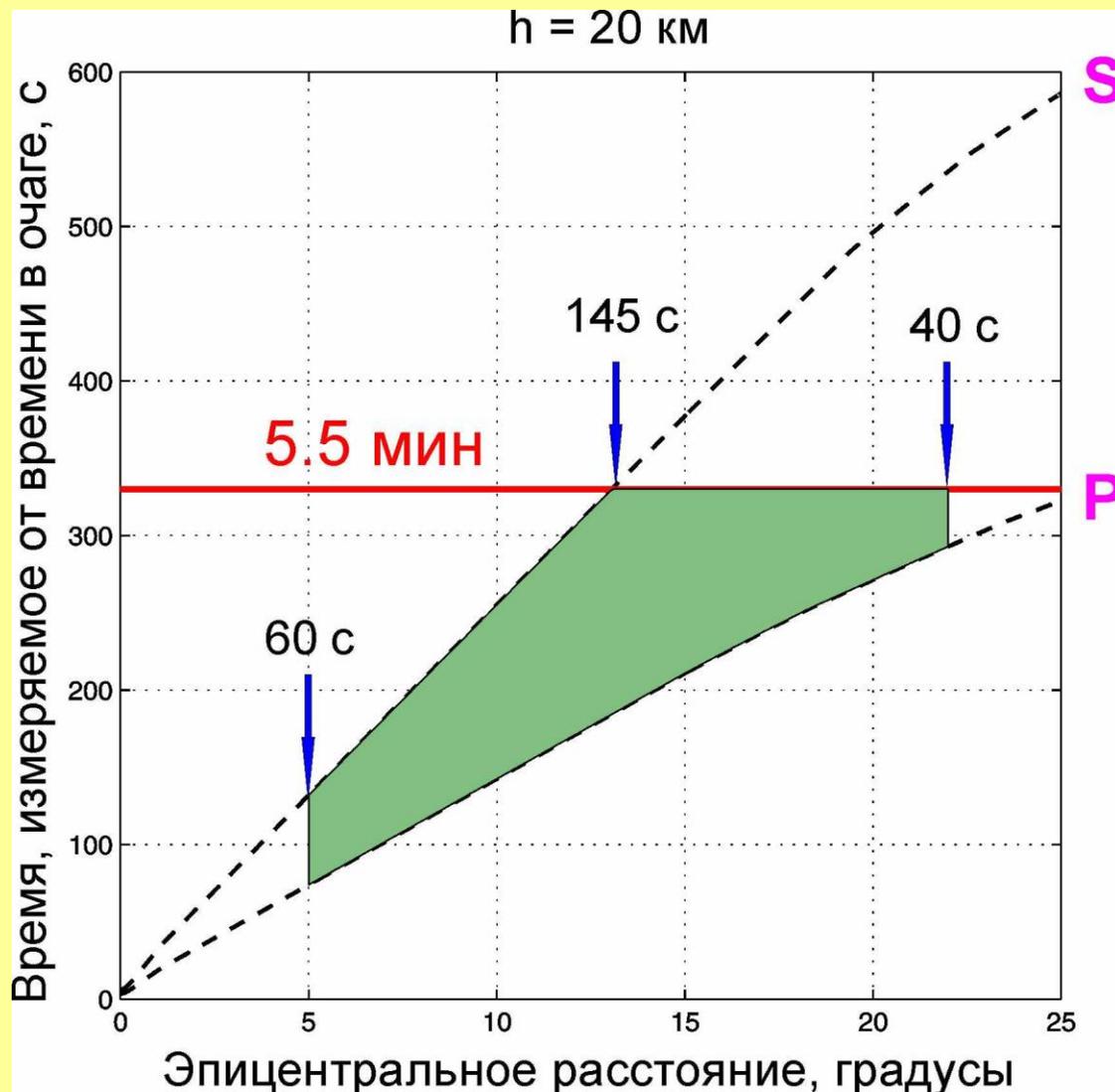
Схемы расположения эпицентров землетрясений и сейсмических станций



Распределение обработанных землетрясений по магнитуде



Выбор временного окна Р-волн для оценки M_{WP}

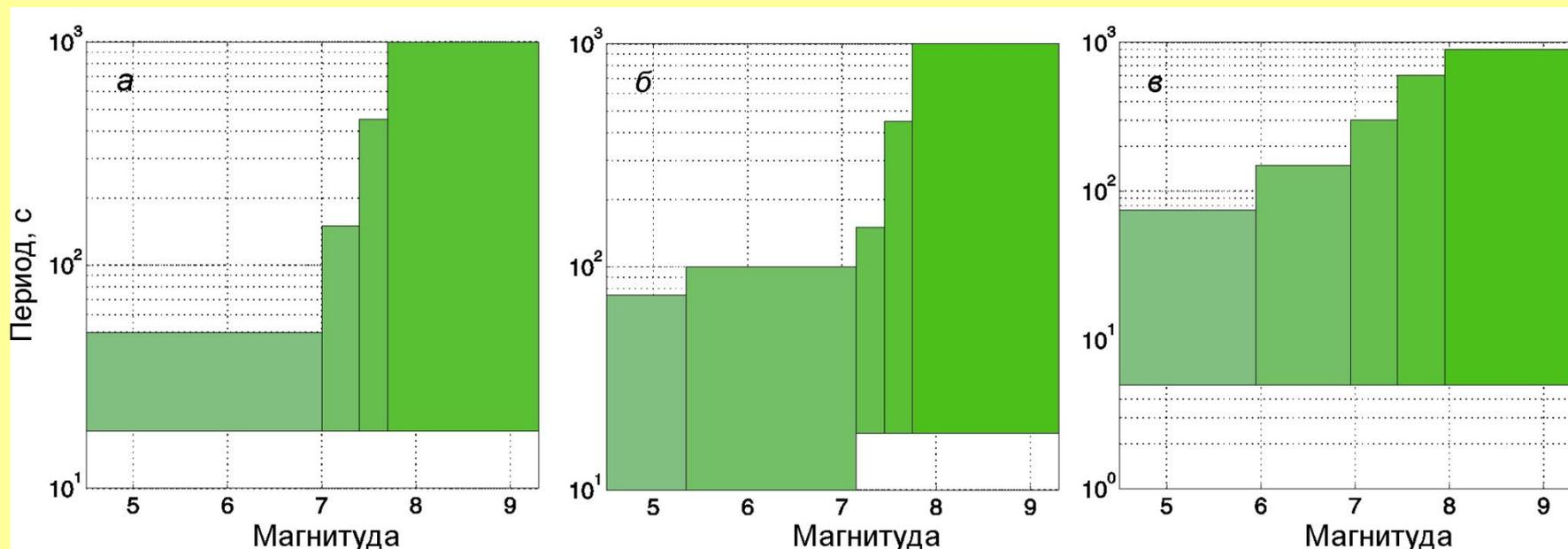


Варианты полосовой фильтрации, обеспечивающие близкое к оптимальному согласие оценок M_{WP} и M_W для трех интервалов глубин гипоцентров

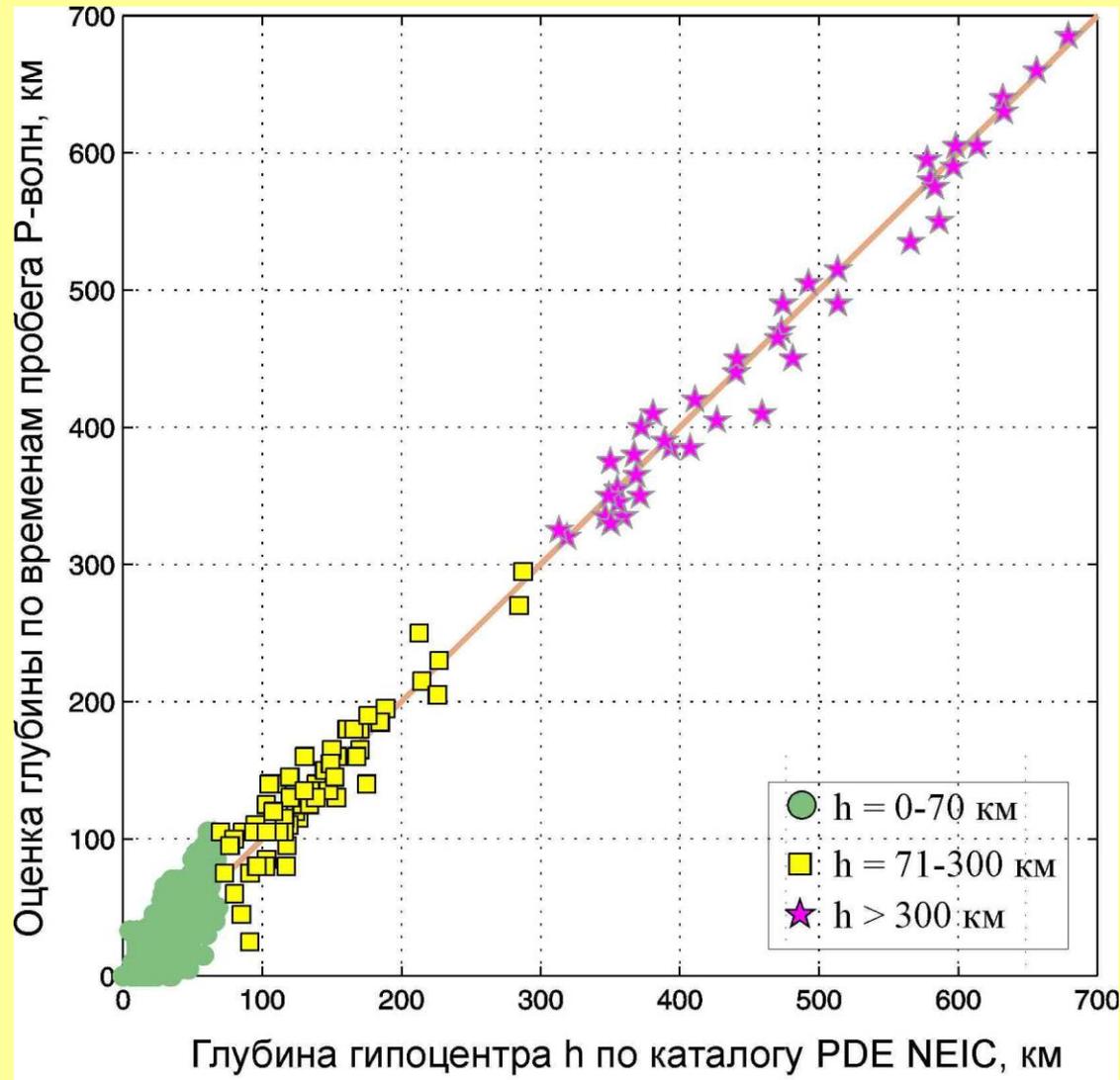
$h = 0 - 70$ км

$h = 71 - 300$ км

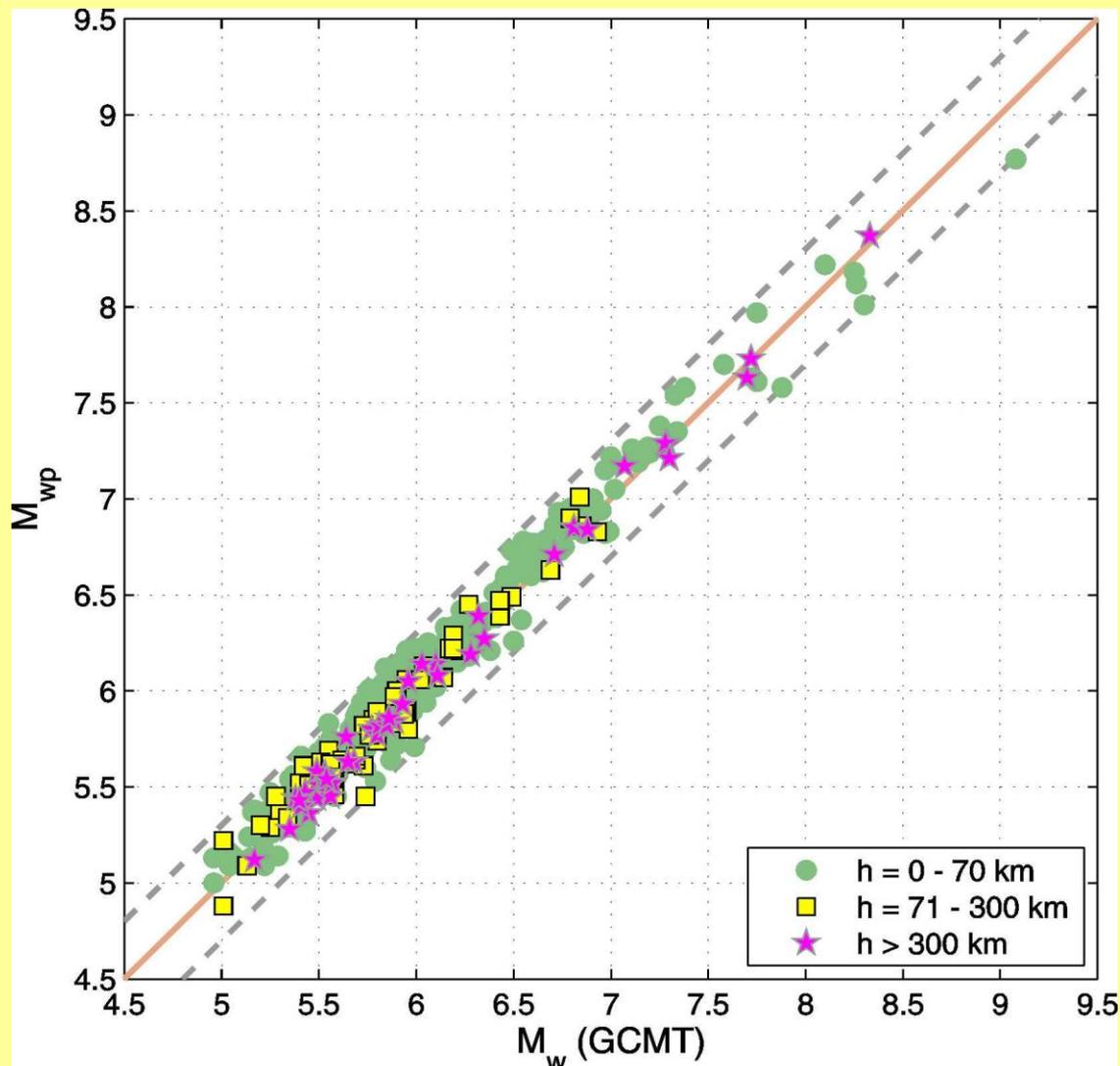
$h > 300$ км



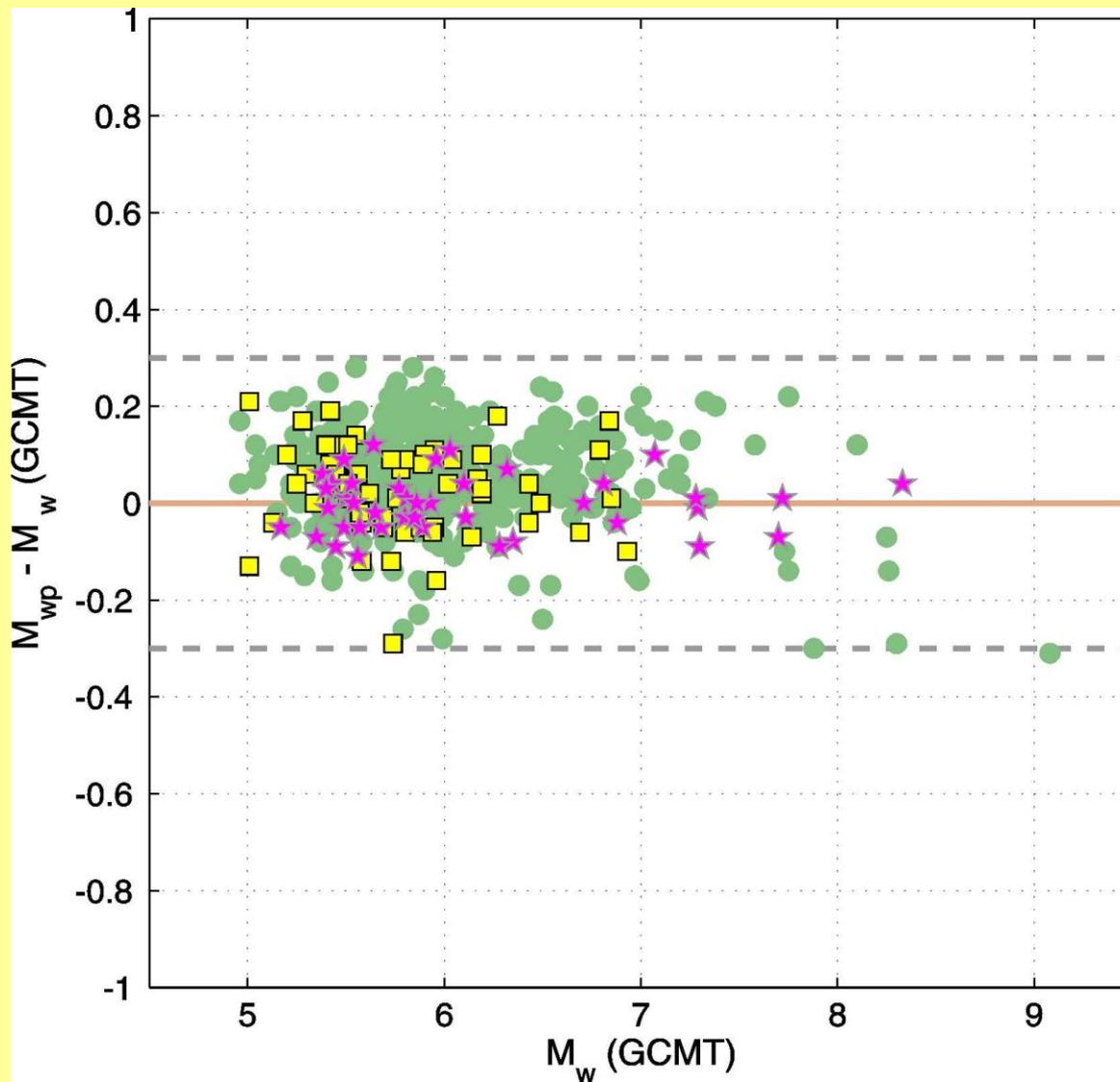
Сопоставление оценок глубины гипоцентра h , полученных по временам пробега P -волн, с оценками из каталога PDE NEIC



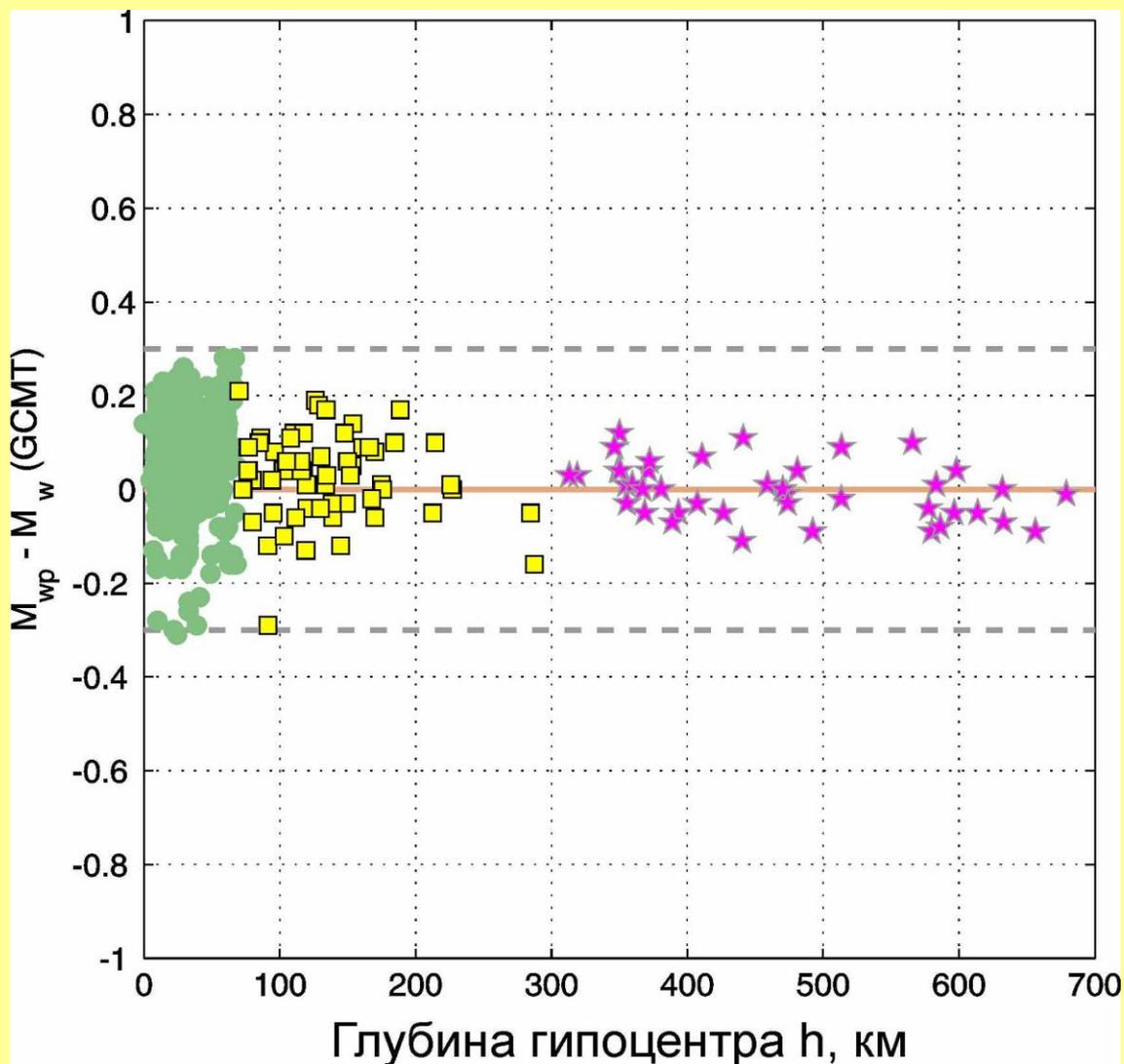
Сопоставление полученных оценок M_{WP} с оценками M_W из глобального каталога CMT



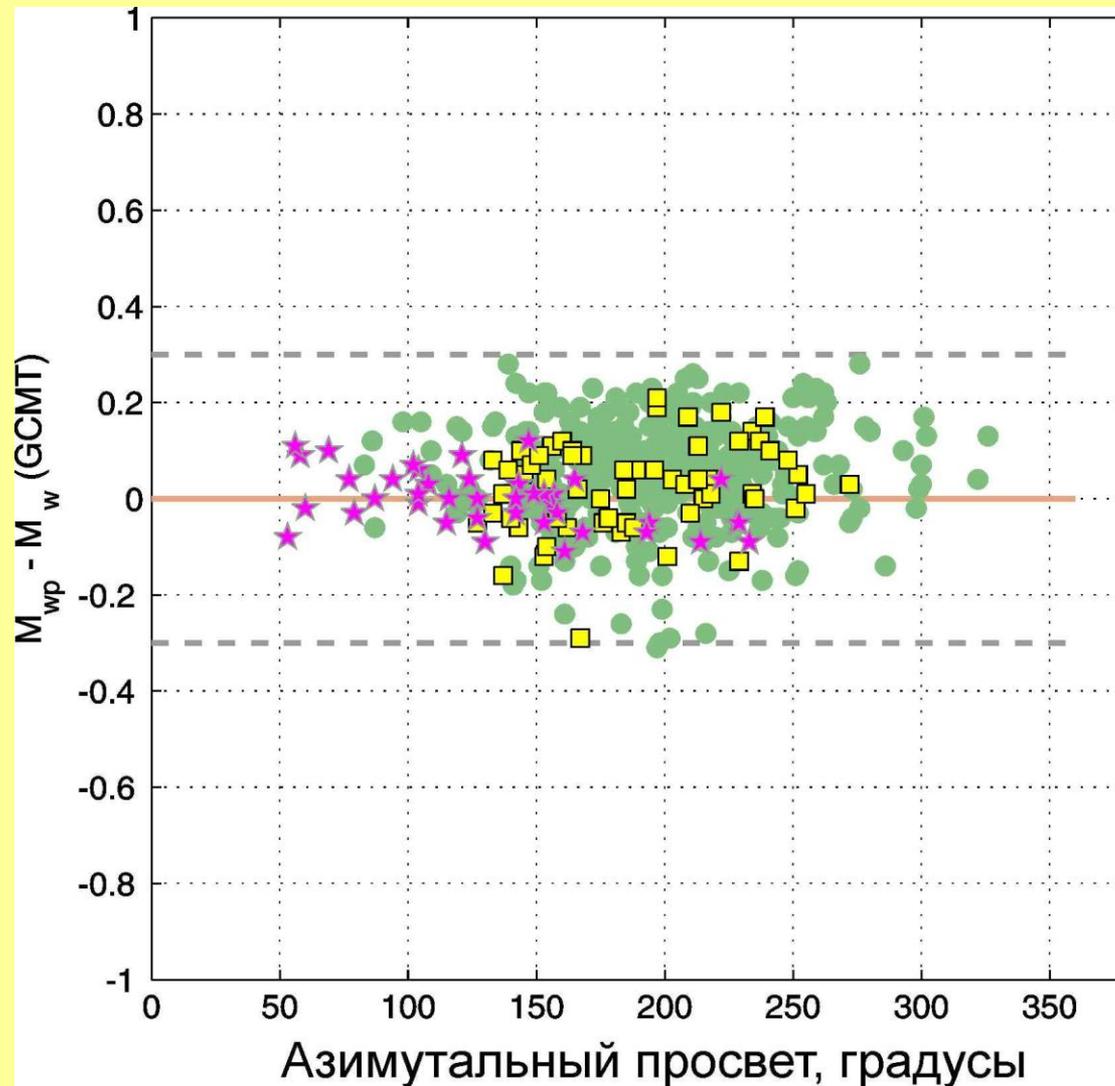
Невязка $M_{WP} - M_W$ как функция M_W



Невязка $M_{WP} - M_W$ как функция глубины гипоцентра h



Невязка $M_{WP} - M_W$ как функция азимутального просвета



Параметры распределения невязки магнитуд $M_{WP} - M_W$ для трех интервалов глубин гипоцентров

Интервал глубин, км	Среднее значение	Стандартное отклонение	Максимальное абсолютное значение
0-70	0.060	0.10	0.31
71-300	0.026	0.09	0.29
301-700	-0.002	0.06	0.12

Выводы

- Разработанная расчетная схема позволяет получить надежные оценки M_{WP} умеренных и сильных ($M_W = 5.0 - 9.1$) землетрясений из зоны ответственности СПЦ на Дальнем Востоке России по региональным широкополосным сейсмограммам P -волн, зарегистрированным в диапазоне эпицентральных расстояний от 5 до 22 градусов.
- Расхождение с оценками M_W из глобального каталога СМТ не превышает 0.3 единицы магнитуды.
- Время, необходимое для получения оценок M_{WP} , не превышает 7 мин от времени в очаге землетрясения.

- ***Спасибо за внимание***

Аннотация

Для быстрой оценки цунамигенного потенциала землетрясений в ряде зарубежных центров предупреждения о цунами используется магнитуда M_{wr} . Эта магнитуда представляет собой оценку моментной магнитуды M_w , а ее значение рассчитывается по сети станций путем интегрирования широкополосных записей смещений продольных волн. В условиях Дальневосточной сети станций использование стандартной методики не позволяет получить устойчивые оценки M_{wr} . Для решения этой проблемы ранее была предложена следующая схема расчета. Сначала вычисляются значения магнитуды в нескольких частотных полосах, а затем из полученного набора спектральных оценок выбирается окончательная оценка M_{wr} . Выбор окончательной оценки опирается на пороговые уровни магнитуд, заданные для каждой из частотных полос. Оказалось, что качество оценок M_{wr} , полученных с использованием предложенной расчетной схемы, существенно зависит от глубины гипоцентра. Для преодоления этой зависимости проведено исследование вариантов полосовой фильтрации и определены оптимальные сочетания частотных полос и пороговых уровней магнитуд отдельно для поверхностных, промежуточных и глубоких землетрясений. Найденные сочетания позволили модифицировать расчетную схему, которая опробована на примере 461 землетрясения с $M_w = 5.0-9.1$, произошедших в период с января 1994 г. по март 2013 г. в зоне ответственности Системы предупреждения о цунами на Дальнем Востоке России. Максимальное расхождение полученных оценок M_{wr} с оценками M_w из глобального каталога CMT не превышает 0.3 единиц магнитуды.