

An aerial photograph of a large ocean wave with white foam, set against a clear blue sky. The wave is moving from left to right across the frame.

**Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН  
Южно-Сахалинск**

**В.М. Кайстренко**

**ОЦЕНКИ ПОГРЕШНОСТЕЙ ПАРАМЕТРОВ  
ЦУНАМИАКТИВНОСТИ  
(на примере Южно-Курильска)**

## Функция повторяемости высот цунами

$$\varphi(h) \stackrel{\text{def}}{=} \left\langle \frac{N(\text{заплеск} \geq h)}{T} \right\rangle \quad \varphi = f \cdot \Phi\left(\frac{h}{H^*}\right)$$

### Функция $\Phi(\cdot)$ убывающая

$$\psi_{12}(h) = \frac{f_1 \Phi\left(\frac{h}{H_1^*}\right)}{f_2 \Phi\left(\frac{h}{H_2^*}\right)}, \quad H_1^* < H_2^*$$

Если гладкая положительная убывающая функция  $\Phi(\cdot)$  такова, что

$$\lim_{h \rightarrow \infty} \psi_{12}(h) = 0,$$

то  $\Phi(\cdot)$  стремится к нулю на бесконечности быстрее любой степени, то есть

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \Phi(x) \cdot x^\beta = 0$$

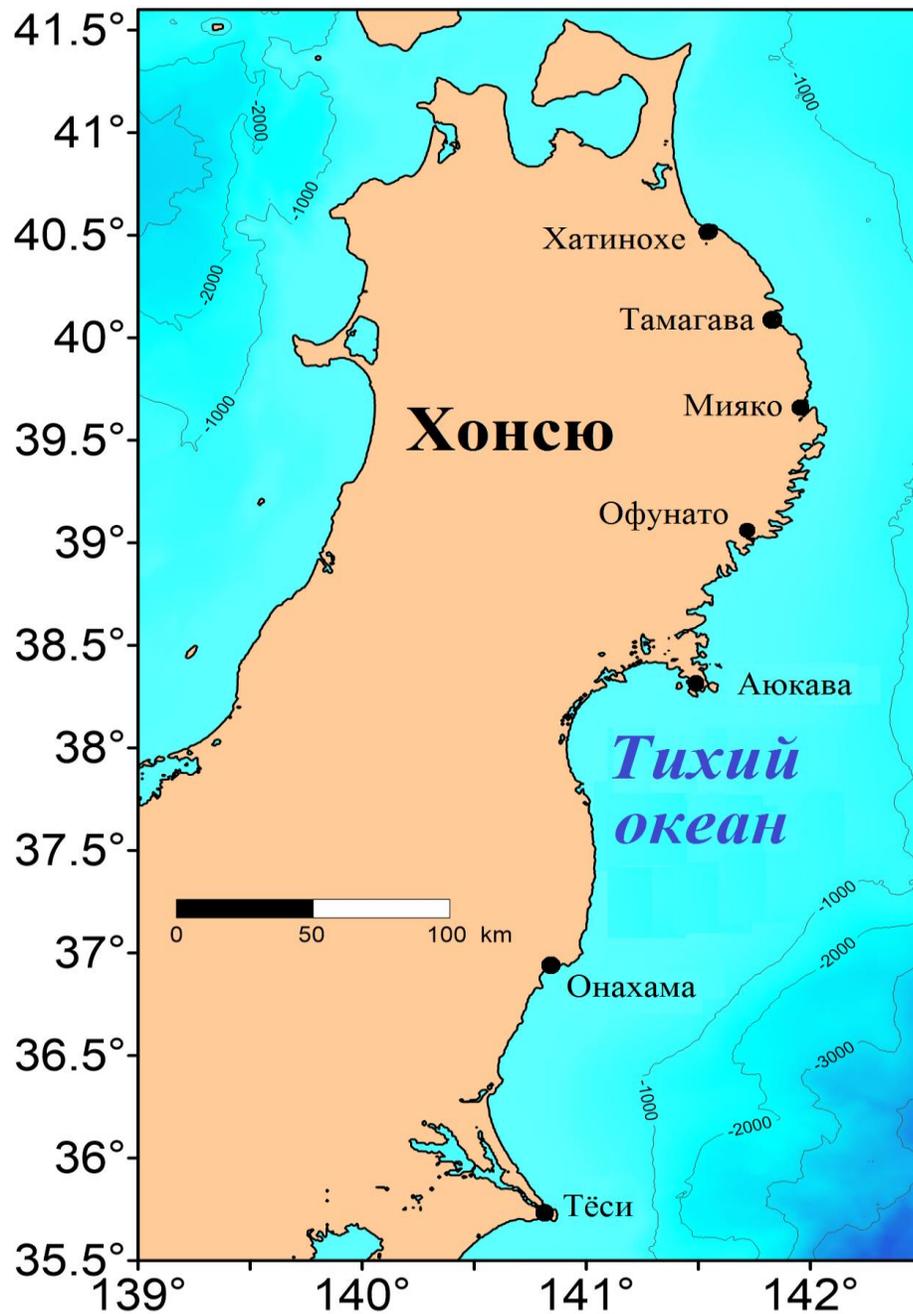


Рисунок –  
Побережье Санрику, Япония

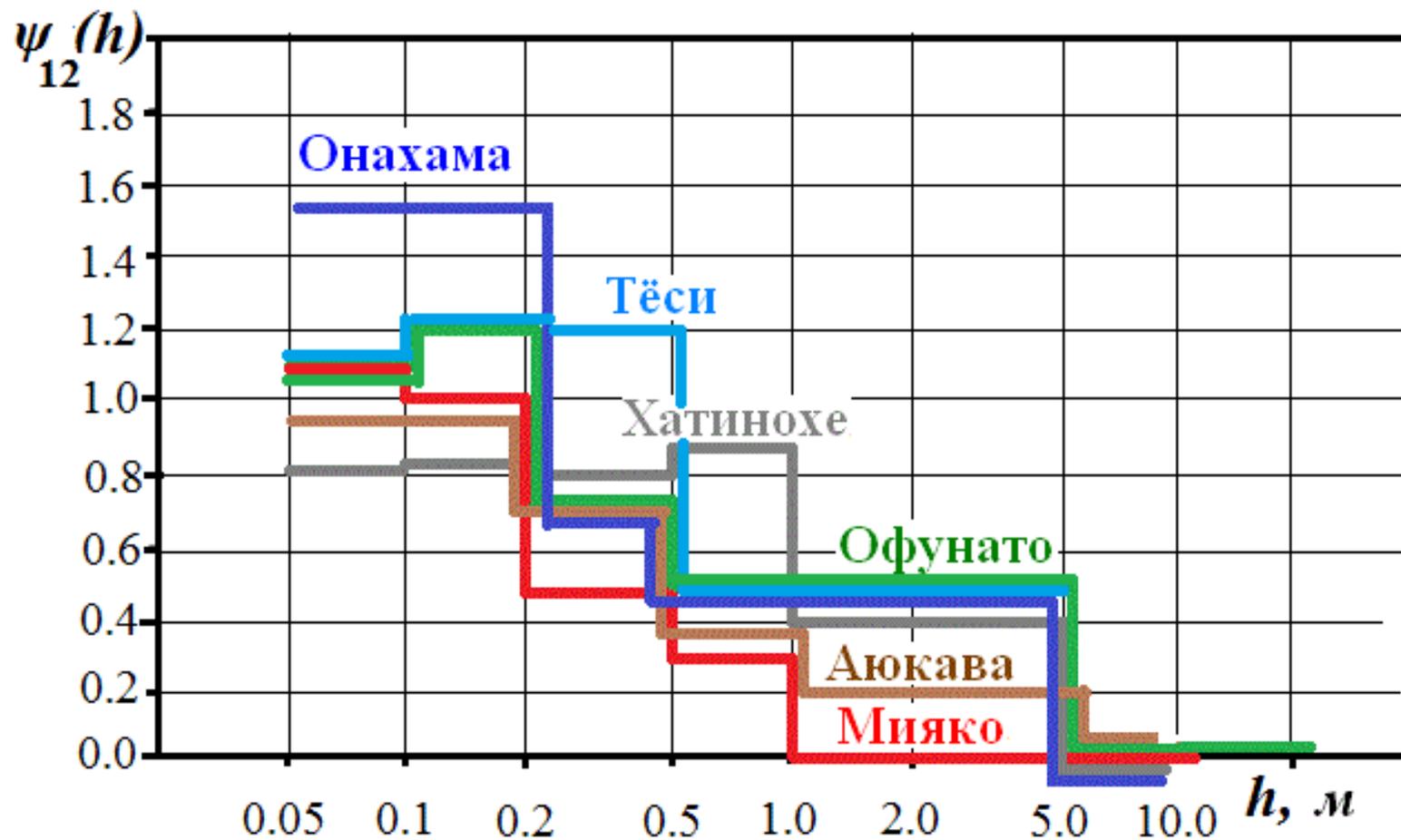


Рисунок – Функции  $\psi_{12}(h)$  относительного вклада в функцию повторяемости от удаленной и ближней частей цунамигенной зоны с границей раздела 600 км, построенные для нескольких пунктов побережья Санрику, С-В Хонсю

$$h_1 \geq h_2 \geq h_3 \geq \dots \geq h_k \geq \dots$$

$$\varphi(x, h) = f \cdot e^{-\frac{h}{H^*(x)}}$$

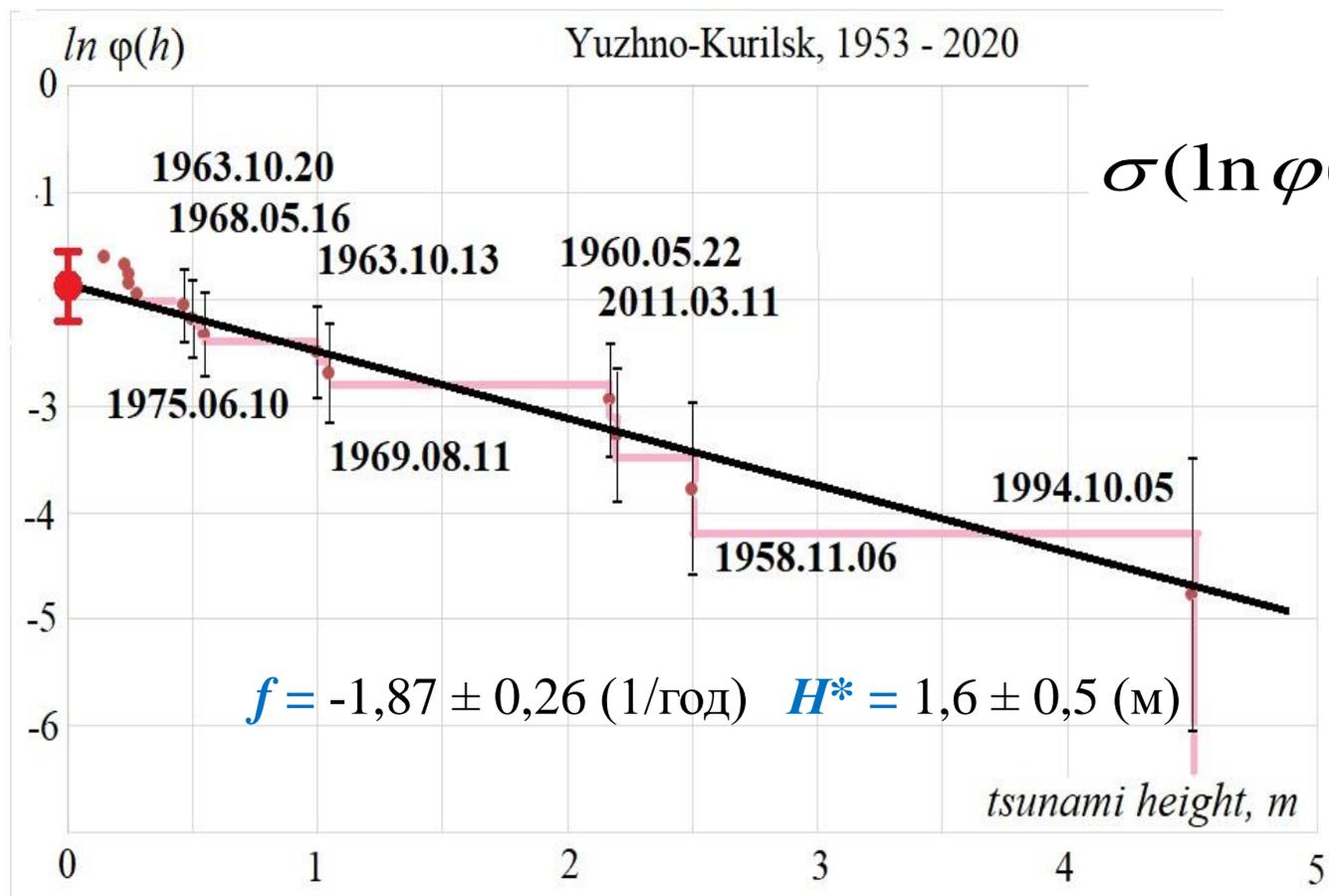
$h$  – высота заплеска цунами на берегу

$H^*$  - характеристическая высота цунами

$f$  – асимптотическая частота сильных цунами

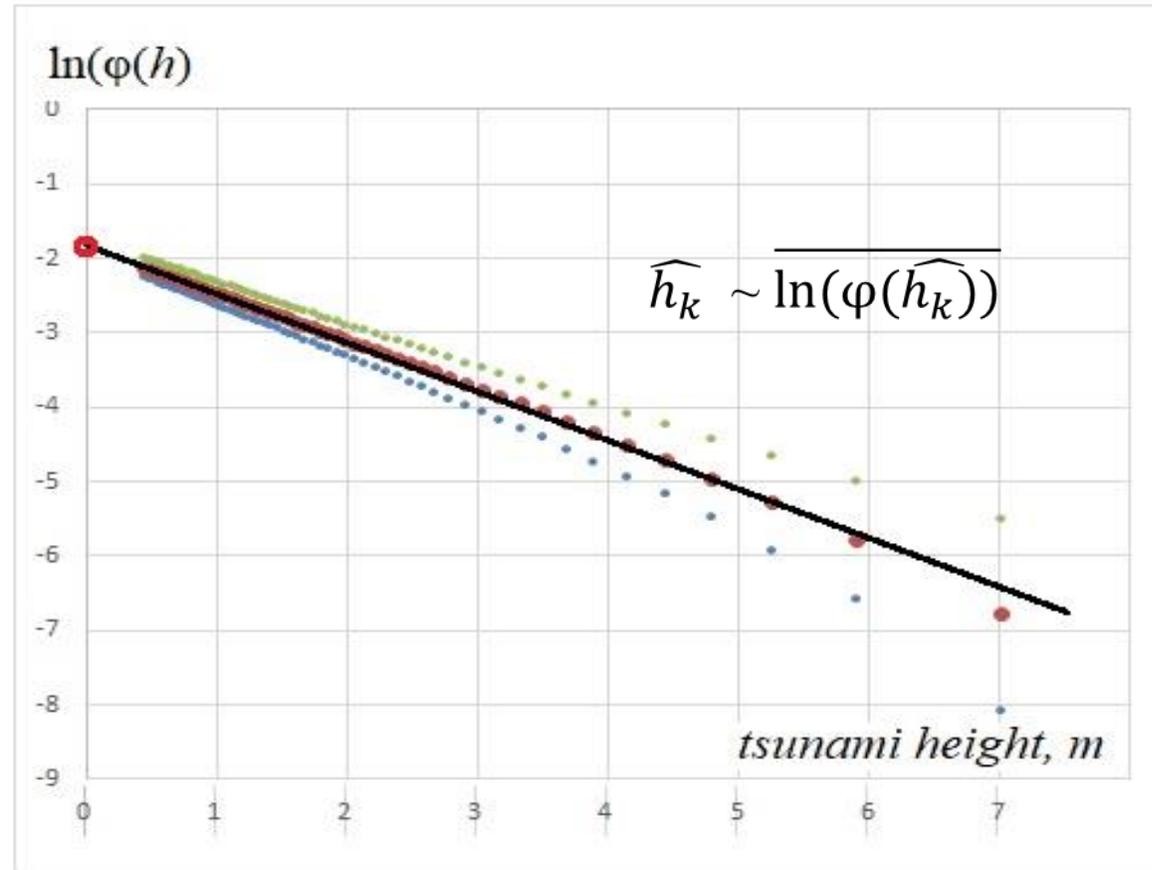
$$\overline{\ln \varphi(h_k)} = \sum_{s=1}^{k-1} \frac{1}{s} - 0.577\dots - \ln T$$

$$\sigma(\ln \varphi(h_k)) = \sqrt{\frac{\pi^2}{6} - \sum_{s=1}^{k-1} \frac{1}{s^2}}$$

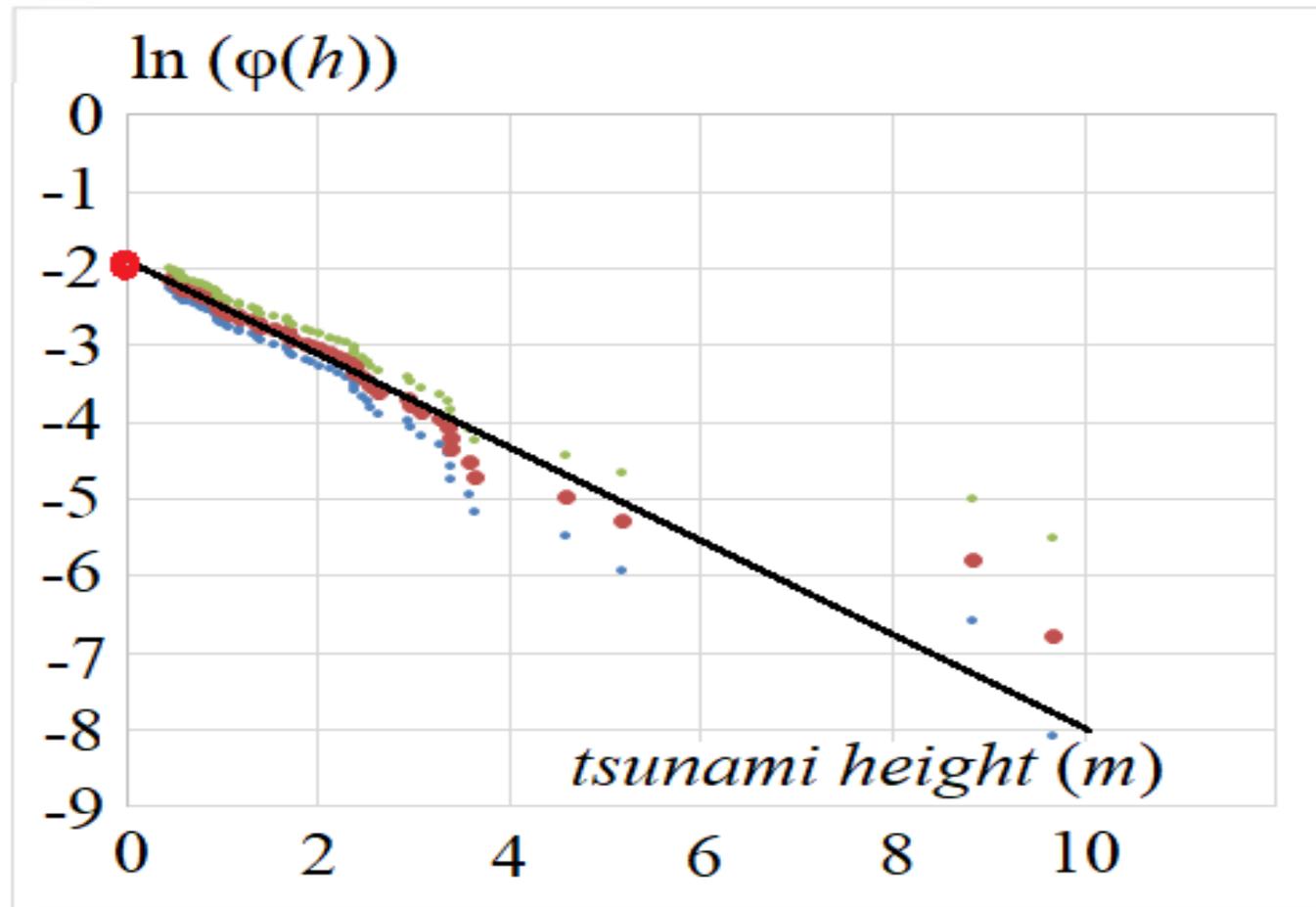


**Обратная задача:** построение синтетической последовательности заплесков цунами на базе известных значений параметров цунамиактивности  $f$  и  $H^*$

$$\widehat{h}_k = H^* \ln \frac{Tf}{k}, \widehat{h}_k \geq 0.5 \text{ м} \quad \bar{N} = Tf \cdot \exp\left(-\frac{0.5}{H^*}\right).$$



Синтетическая функция повторяемости для Южно-Курильска на период 500 лет,  $h \geq 0.5$  м, 55 событий



Синтетическая функция повторяемости для Южно-Курильска на период 500 лет,  $h \geq 0.5$  м, 55 событий, с использованием генерации случайной последовательности

Параметры цунамиактивности, полученные по одной реальной и двум синтетическим функциям повторяемости цунами для Южно-Курильска (локальная модель) для различных периодов наблюдений

| Период наблюдений $T$ , годы | $\bar{N}$ | $\ln f$          | $1/H^*$ , 1/м   | $f$ , 1/год      | $\Delta(f) / f$                      | $H^*$ , м      | $\Delta(H^*) / H^*$                  |
|------------------------------|-----------|------------------|-----------------|------------------|--------------------------------------|----------------|--------------------------------------|
| 67                           | 9         | $-1,87 \pm 0,26$ | $0,63 \pm 0,2$  | $0,15 \pm 0,04$  | <b>0,26</b><br>регион<br><b>0,11</b> | $1,6 \pm 0,5$  | <b>0,32</b><br>регион<br><b>0,22</b> |
| 250                          | 27        | $-1,9 \pm 0,08$  | $0,66 \pm 0,07$ | $0,15 \pm 0,012$ | <b>0,08</b>                          | $1,5 \pm 0,16$ | <b>0,10</b>                          |
| 500.<br>макс.правд. $h_i$    | 55        | $-1,87 \pm 0,04$ | $0,65 \pm 0,03$ | $0,15 \pm 0,006$ | <b>0,04</b>                          | $1,5 \pm 0,08$ | <b>0,05</b>                          |
| 500,<br>случ.числа $h_i$     | 55        | $-1,88 \pm 0,05$ | $0,61 \pm 0,03$ | $0,15 \pm 0,007$ | <b>0,04</b>                          | $1,6 \pm 0,08$ | <b>0,05</b>                          |

**Примечание:** красным шрифтом показаны заметно лучшие оценки точности параметров цунамиактивности для Южно-Курильска в рамках региональной модели

На базе исторических цунами за период 1953-2020 годов построена локальная функция повторения цунами для Южно-Курильска.

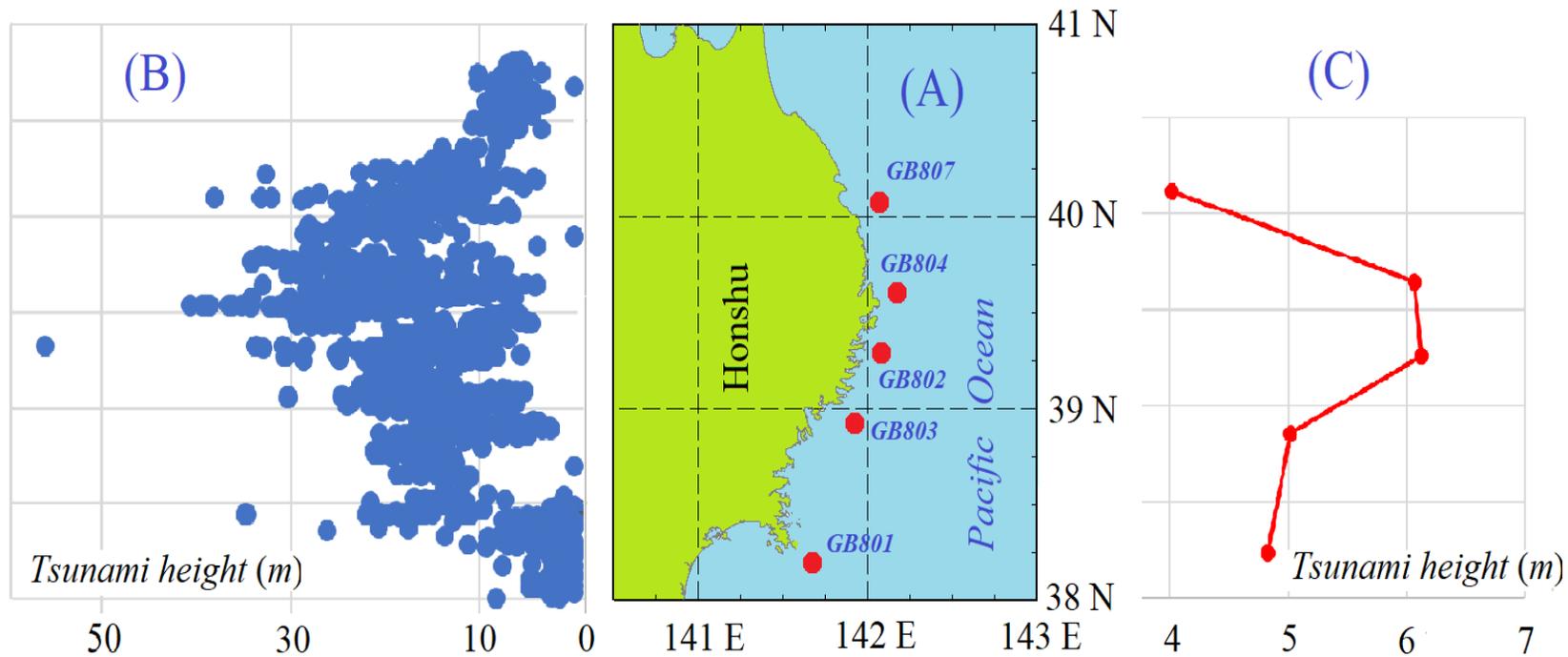
Синтетический каталог высот цунами, позволил проанализировать зависимость априорных ошибок параметров цунамиактивности  $f$  и  $H^*$  от длительности периода наблюдений.

Для получения параметров цунамиактивности с приемлемой точностью 5-10 % нужны **полные ряды** высот цунами в заданном месте длительностью 250 - 500 лет.

Единственная спасительная альтернатива – данные о палеоцунами.

Спасибо за внимание !





(A) Северо-восточное побережье Хонсю и расположение GPS-буев системы NOWPHAS, (Kawai et al, 2012)

(B) Вдольбереговое распределение заплесков Тохоку цунами 2011 г (1479 данных)

(C) Максимальные высоты цунами, зарегистрированные GPS-буями системы NOWPHAS в шельфовой зоне на глубинах 125-204 м

Стандартное отклонение (разброс) высот цунами  
 $\sigma(\ln h) = 0.91$  на побережье, и  $\sigma(\ln h) = 0.16$  на шельфе