

An aerial photograph of a large, powerful ocean wave. The wave is breaking, creating a thick layer of white foam that stretches across the width of the frame. The water is a deep blue-green color. The sky is a pale, clear blue. The overall scene is dynamic and captures the raw power of the ocean.

**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

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

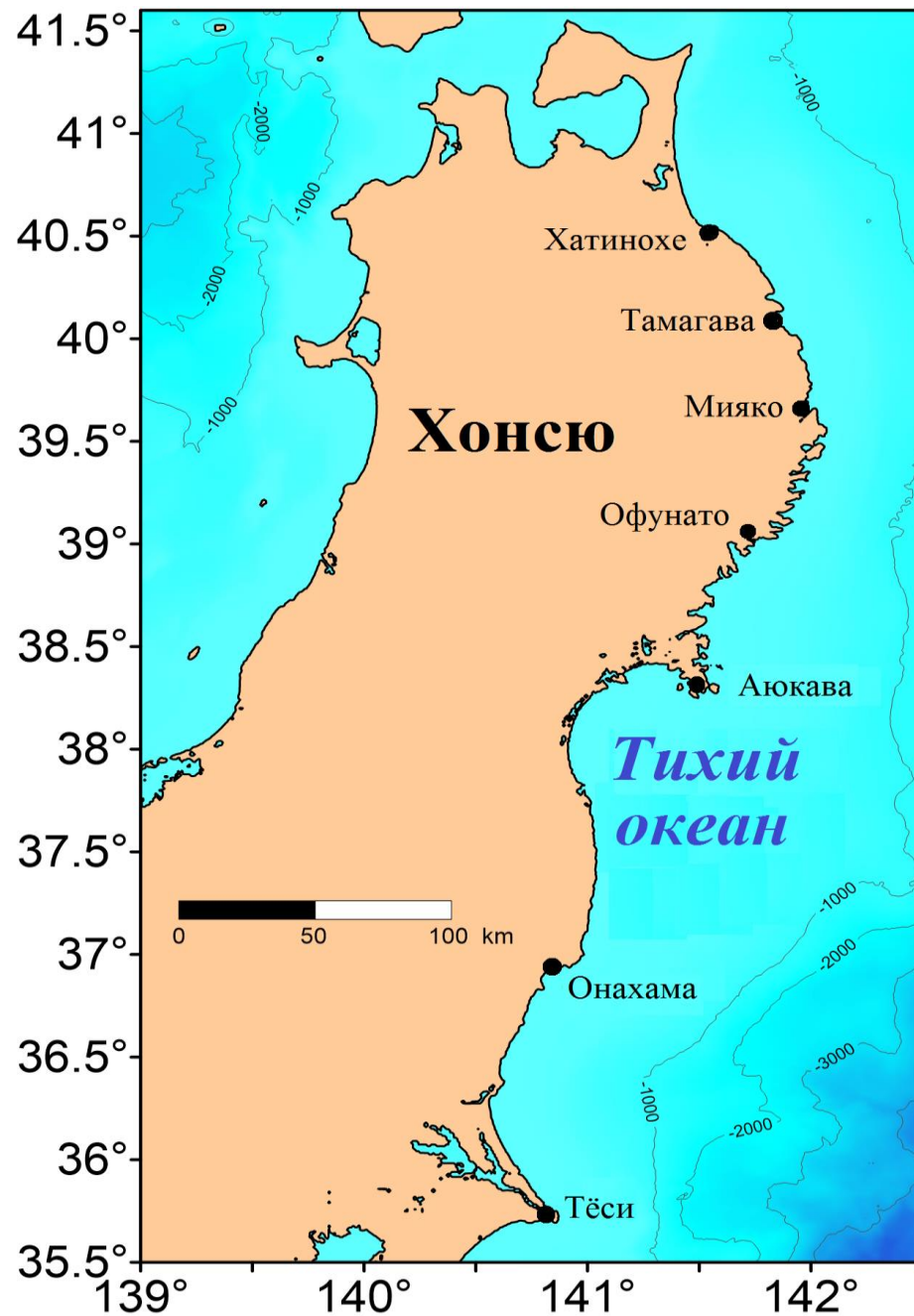


Рисунок –
Побережье Санрику, Япония

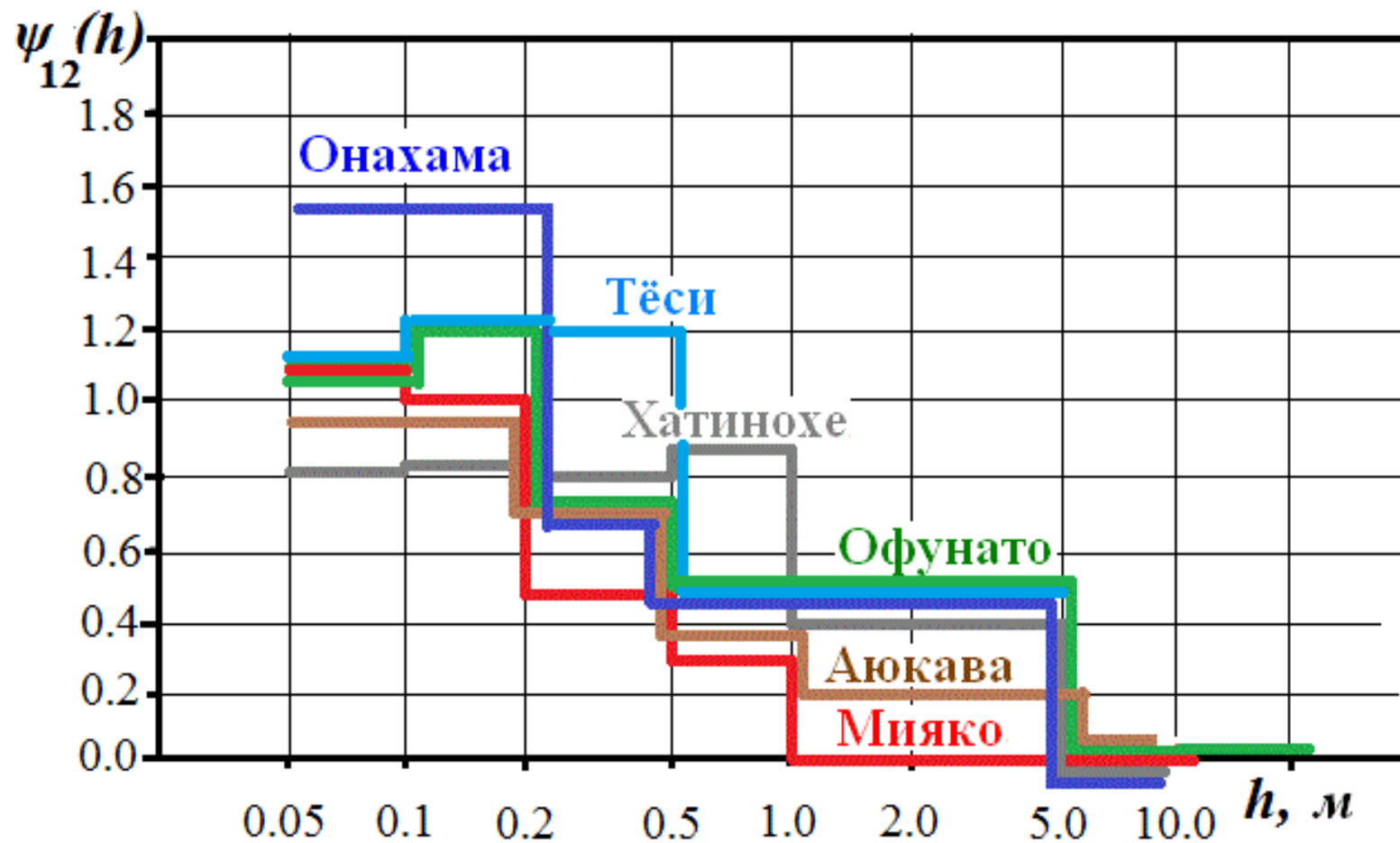


Рисунок – Функции $\psi_{12}(h)$ относительного вклада в функцию повторяемости от удаленной и ближней частей цунамигенной зоны с границей раздела 600 км, построенные для нескольких пунктов побережья Санрику, С-В Хонсю

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

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

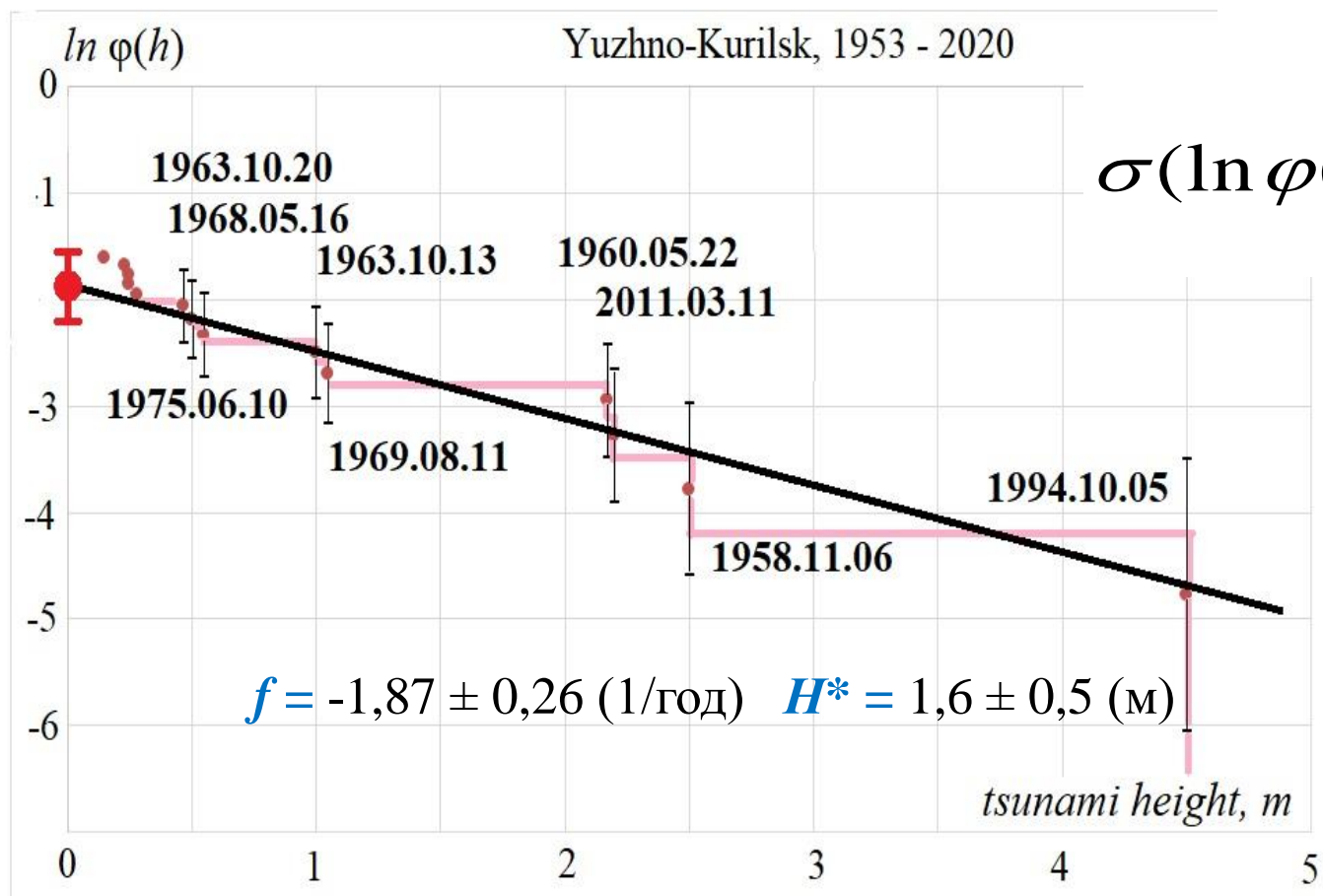
h – высота заплеска цунами на берегу

H^* - характеристическая высота цунами

f – асимптотическая частота сильных цунами

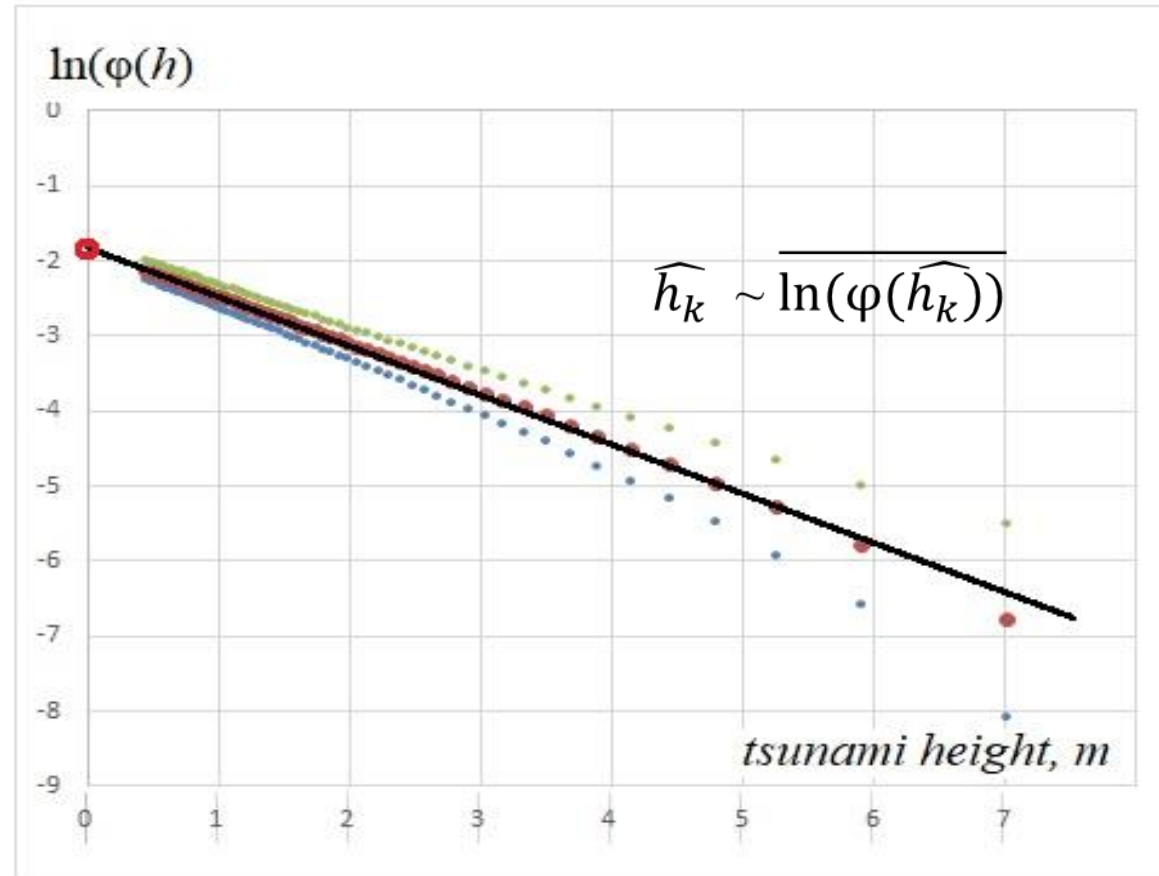
$$\overline{\ln \varphi(h_k)} = \sum_{s=1}^{k-1} \frac{1}{s} - 0.577\dots - \ln T$$

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

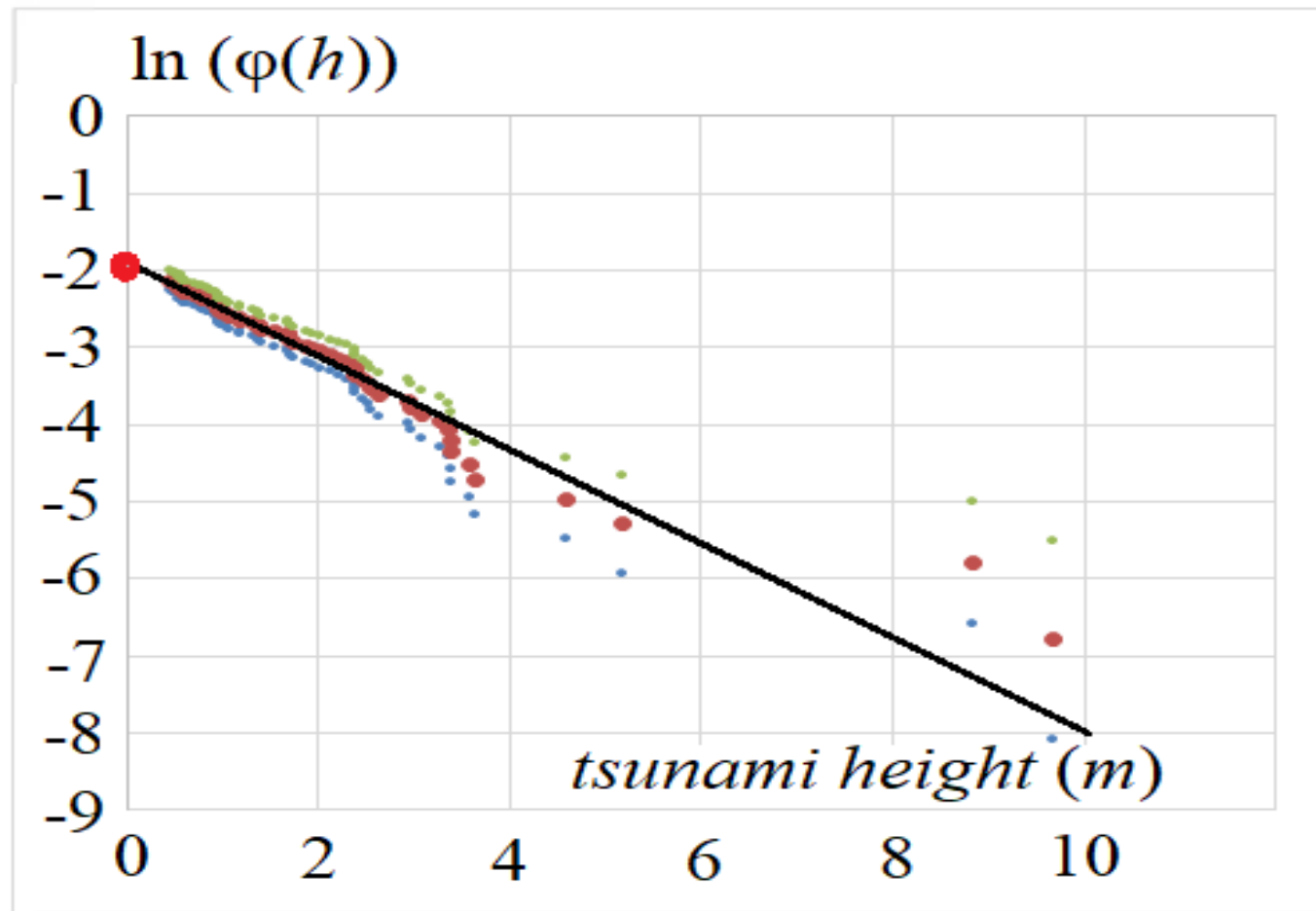


Обратная задача: построение синтетической последовательности заплесков цунами на базе известных значений параметров цунамиактивности f и H^*

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



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	$-1,87 \pm 0,26$	$0,63 \pm 0,2$	$0,15 \pm 0,04$	0,26 регион 0,11	$1,6 \pm 0,5$	0,32 регион 0,22
250	27	$-1,9 \pm 0,08$	$0,66 \pm 0,07$	$0,15 \pm 0,012$	0,08	$1,5 \pm 0,16$	0,10
500. макс.правд. h_i	55	$-1,87 \pm 0,04$	$0,65 \pm 0,03$	$0,15 \pm 0,006$	0,04	$1,5 \pm 0,08$	0,05
500, случ.числа h_i	55	-1.88 ± 0.05	0.61 ± 0.03	0.15 ± 0.007	0.04	1.6 ± 0.08	0.05

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.

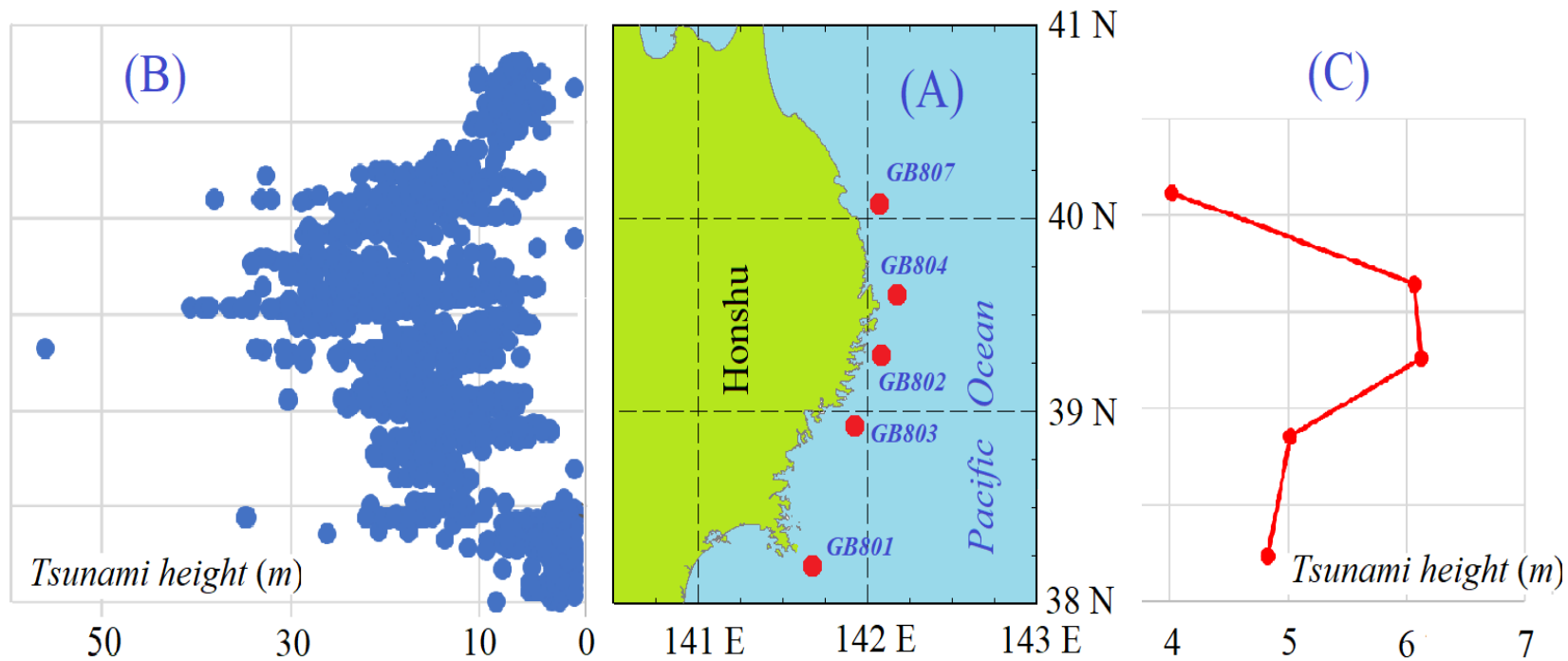
Синтетический каталог высот цунами, позволил проанализировать зависимость априорных ошибок параметров цунамиактивности f и H^* от длительности периода наблюдений.

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