

# Можно ли полностью избежать жертв от цунами?



**В. ТИТОВ**  
NOAA Center for Tsunami Research  
Pacific Marine Environmental Laboratory  
<https://nctr.pmel.noaa.gov>



# Инициатива Курошио-чо

## Ноль жертв от цунами

1 июля, 2021, на 30 симпозиуме по цунами в Сендае, Япония

Eddie Bernard (первый лауреат Hamaguchi award) призвал научное сообщество принять инициативу Kuroshio-cho как цель и критерий научных исследований по цунами и критерий эффективности оперативных служб

**“Полностью избежать жертв от цунами”**



# Анализ проблемы

## Исторический обзор

- Служба цунами началась как продолжение сейсмической службы (*earthquake-centric*) в 1940 в Японии
- Параметры землетрясений переводились в параметры цунами
- Каджиура (1981) оценил потенциальные ошибки таких оценок в 100-200% (в 2-3 раза), так как неопределенность магнитуды  $\pm 0.2$  примерно эквивалентно ошибке в амплитуде цунами в 2–3 раза

PHILOSOPHICAL  
TRANSACTIONS A

rsta.royalsocietypublishing.org

Review



**Cite this article:** Bernard E, Titov V. 2015  
Evolution of tsunami warning systems and  
products. *Phil. Trans. R. Soc. A* **373**: 20140371.  
<http://dx.doi.org/10.1098/rsta.2014.0371>

Accepted: 10 August 2015

One contribution of 14 to a theme issue  
'Tsunamis: bridging science, engineering  
and society'.

**Subject Areas:**  
oceanography

**Keywords:**  
tsunami, tsunami warnings, deep-ocean  
assessment and reporting of tsunamis,  
tsunami flooding forecasts, tsunami-induced  
current forecasts, tsunami magnitude scale

**Author for correspondence:**  
Eddie Bernard  
e-mail: [eddie.bernard@comcast.net](mailto:eddie.bernard@comcast.net)

<sup>†</sup> Both authors contributed equally to this  
study.

THE ROYAL SOCIETY  
PUBLISHING

## Evolution of tsunami warning systems and products

Eddie Bernard<sup>†</sup> and Vasily Titov<sup>†</sup>

Pacific Marine Environmental Laboratory, NOAA, Seattle,  
WA 98115, USA

Each year, about 60 000 people and \$4 billion (US\$) in assets are exposed to the global tsunami hazard. Accurate and reliable tsunami warning systems have been shown to provide a significant defence for this flooding hazard. However, the evolution of warning systems has been influenced by two processes: deadly tsunamis and available technology. In this paper, we explore the evolution of science and technology used in tsunami warning systems, the evolution of their products using warning technologies, and offer suggestions for a new generation of warning products, aimed at the flooding nature of the hazard, to reduce future tsunami impacts on society. We conclude that coastal communities would be well served by receiving three *standardized, accurate, real-time* tsunami warning products, namely (i) tsunami energy estimate, (ii) flooding maps and (iii) tsunami-induced harbour current maps to minimize the impact of tsunamis. Such information would arm communities with vital flooding guidance for evacuations and port operations. The advantage of global standardized flooding products delivered in a common format is efficiency and accuracy, which leads to effectiveness in promoting tsunami resilience at the community level.

### 1. Introduction

A recent United Nations (UN) report estimates that every year about 60 000 people and \$4 billion (US\$) in assets are exposed to the global tsunami hazard [1]. Tsunamis inflict death and damage through violent, powerful flooding along the world's coastline (figure 1). Estimates of tsunami deaths and destruction will increase over time owing to population growth, migration to coastal areas, climate change and concentration of assets in ports [2,3].

© 2015 The Authors. Published by the Royal Society under the terms of the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>, which permits unrestricted use, provided the original author and source are credited.



# Анализ проблемы

## Исторический обзор

- Большинство современных служб цунами все еще earthquake-centric
- Оценки точности Каджиуры оказались довольно ОПТИМИСТИЧНЫМИ
- Ранние оценки параметров землетрясений могут отличаться от реальных в десятки раз
- Поэтому ложные тревоги и пропущенные предупреждения (over- and under-warning) до сих пор большая проблема

### Sumatra 2004



First Hour USGS Mw **8.2**  
Final Mw **9.3**

### Tohoku 2011



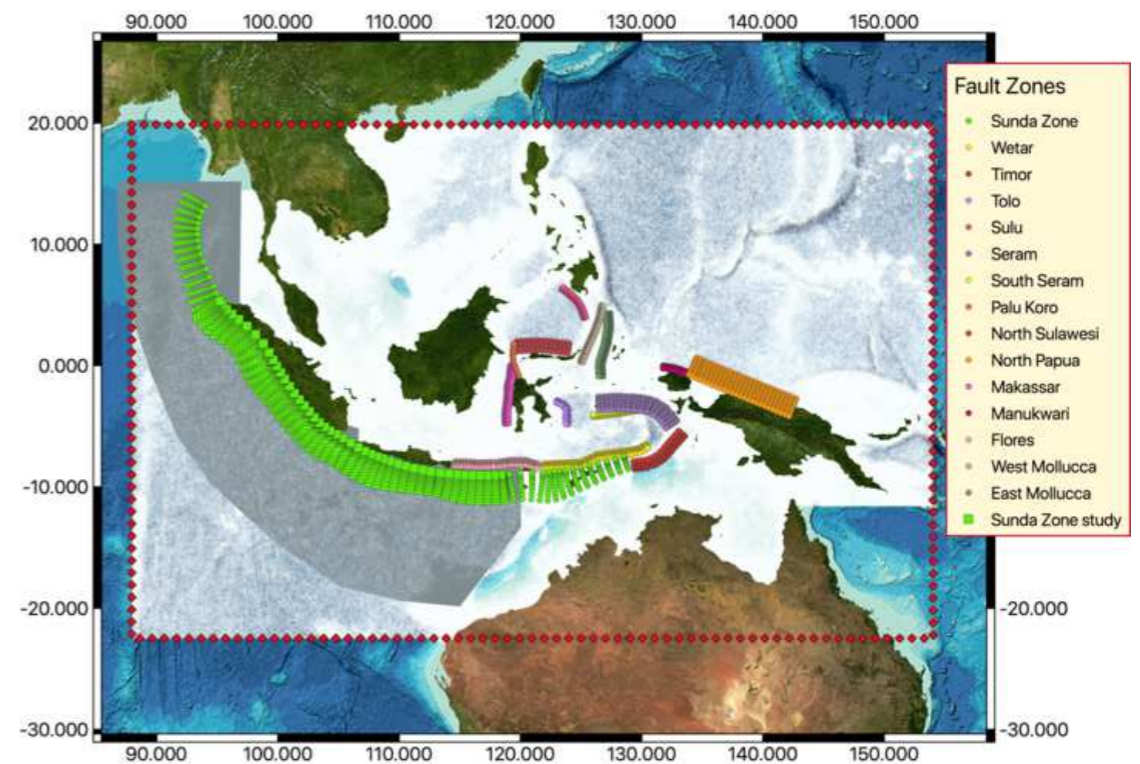
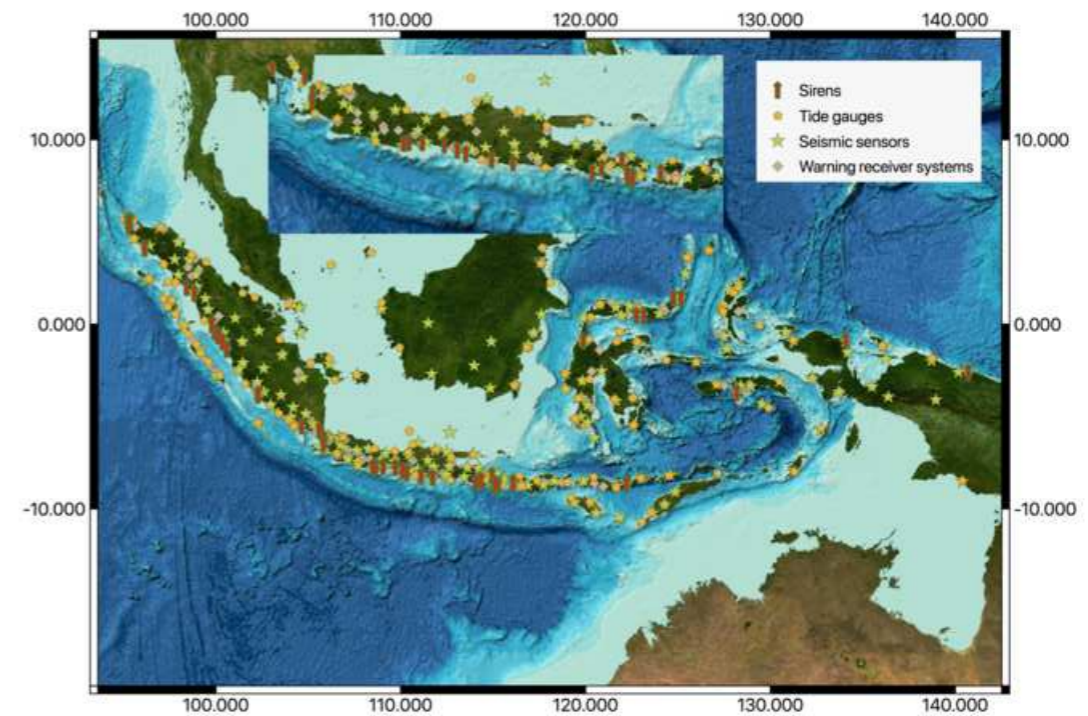
First Hour JMA Mw **7.9**  
Final Mw **9.1**



# Анализ проблемы

## Исторический обзор

- GITEWS - пример классической *earthquake-centric tsunami warning system*, где оценки цунами основаны исключительно на параметрах землетрясения
- Как результат, GITEWS типичная ошибка прогноза примерно 100-200% (UNDRR, 2019; Harig et al., 2019; Lauterjung and Letz, 2017)



# GITWES результаты оперативной работы

## Tsunami Sejak 1992 –

1992 Flores Tsunami, 1996 Tonggolobibi, 1996 Biak; 2000 Banggai..... *business as usual*....

2004, 26 December – Gempa dan Tsunami Aceh (Mw > 9.2) – Samudera Indonesia

(~250 ribu jiwa, total kerugian 42.7 Triliun Rupiah) ---- KESADARAN PERLUNYA TEWS-----

2005, 28 March – Gempa dan Tsunami Nias (Mw 8.5) – Samudera Indonesia

(~ 350 jiwa, total kerugian 10 Triliun Rupiah) ----- InaTEWS DIMULAI-----

2006, 17 July – (Mw 7.6 – 7.7) Gempa dan Tsunami Pangandaran (Samudera Indonesia)

(~773 jiwa, total kerugian 650 Miliar Rupiah)

2007, 14 September – Mw 8.4 Bengkulu (Indian ocean) ~25 jiwa, total kerugian 1.5 Triliun Rupiah

INATEWS OPERATION PADA 11 NOVEMBER 2008 ----->

2010, 26 October – Mw 7.2 Mentawai (Indian Ocean) ~712 jiwa, total kerugian 10 Triliun Rupiah

2012, M 8.6 and M8.2 Couplet Earthquake and minor Tsunami – outer rise events! ~ No Tsunami !!!

2018, August - M7.0 Lombok – Local & Minor Tsunami ~564 jiwa, total kerugian 17 Triliun Rupiah

2018, September – M7.7 Palu - Strike Slip Event + Submarine Landslide+Liquefaction

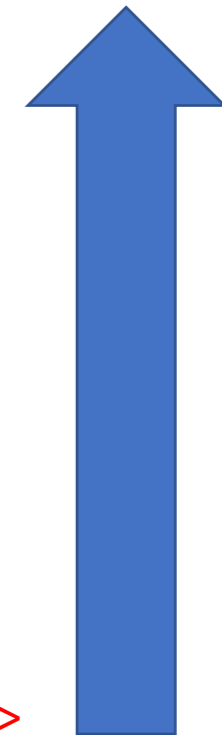
(~ 3474 jiwa, total kerugian 18.4 Triliun Rupiah )

2018, December – Anak Krakatau Volcanic Eruption ~583 jiwa, total kerugian ~ 700 miliar rupiah.

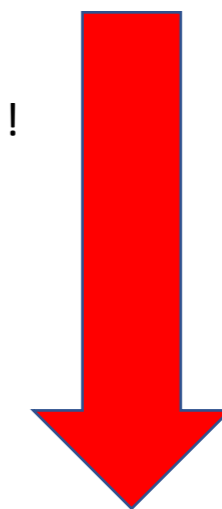
2021, Juni – Local minor tsunami akibat submarine landslide – Tidak ada korban jiwa

**KORBAN JIWA DAN HARTA BENDA MASIH TERJADI.....**

**InaTEWS TIDAK BERFUNGSI ? KESIAPSIAGAAN MASYARAKAT KURANG?**



PERIODE  
SEBELUM  
ADA  
InaTEWS



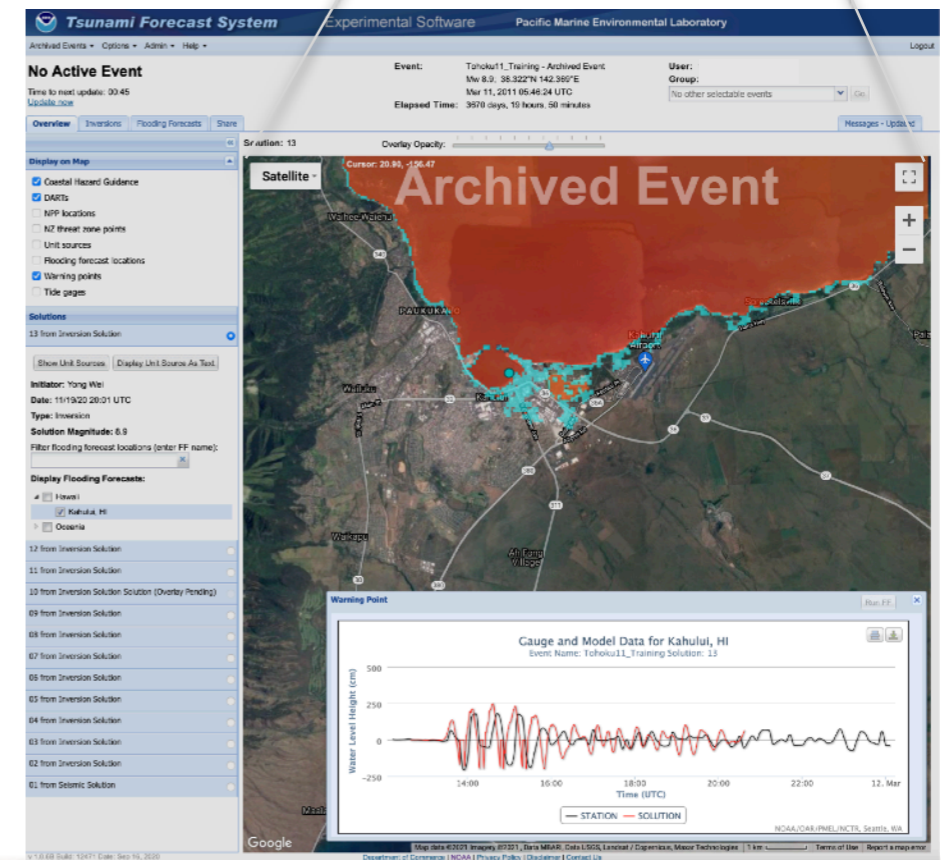
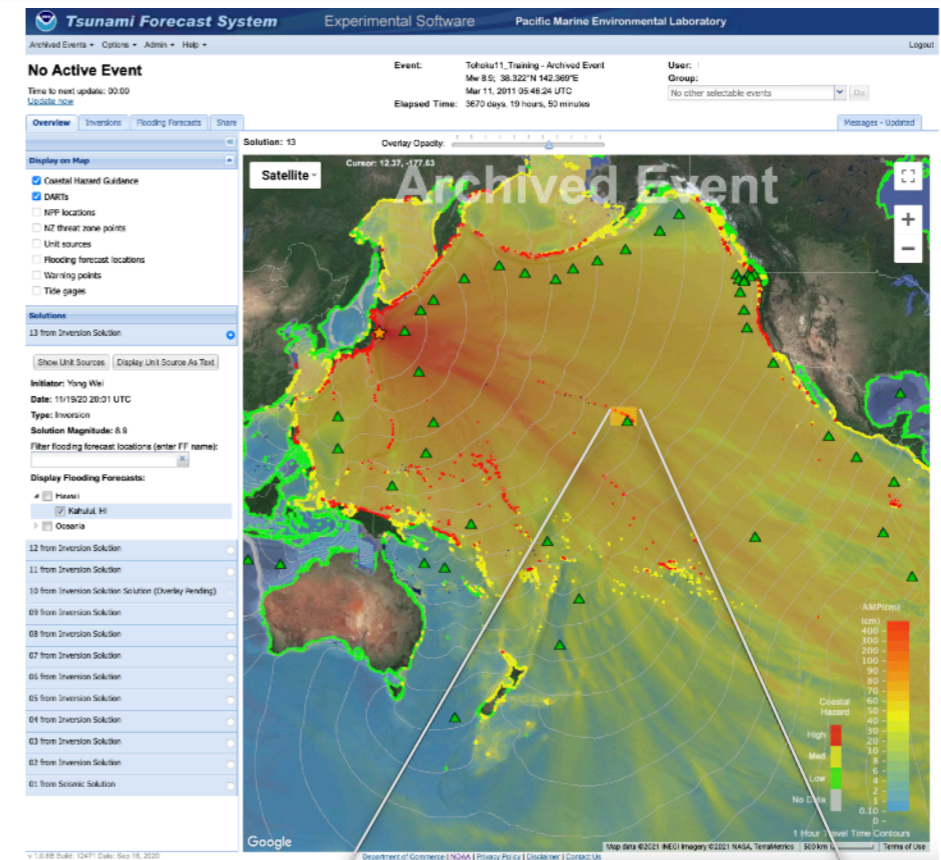
PERIODE  
SESUDAH  
ADA  
InaTEWS





# Возможные решения Опыт модернизации

- Только после цунами на Суматре 2004 начался поворот служб цунами к *tsunami-centric warning*
- U.S. NOAA TWS до сих пор единственная система цунами с оперативной оценкой заплеска, основанная на измерениях цунами, а не только параметров землетрясения
- Средняя точность прогноза амплитуд цунами в NOAA составила 75-90% (ошибка 10-25%)
- Хотя NOAA система совершенствуется, это все же дизайн 15-летней давности...





An aerial photograph showing a coastal town with a large tsunami wave crashing over the land. The wave is a massive wall of white water and debris, inundating the town and surrounding areas. The town is built on a low-lying plain, and the wave has completely covered the buildings and streets. The sky is overcast, and the overall scene is one of devastation.

**Идеал “цунами без жертв” может быть достигнут, если барьеры устаревших подходов к предупреждению цунами будут преодолены**

**Система предупреждения, основанная на предсказании цунами, а не параметров землетрясения, и выдающая понятные директивы непосредственно людям в опасной зоне - это необходимое условие для достижения такого идеала**

© В. Титов

The contents of this message are mine personally and do not necessarily reflect any position of NOAA