

Носов Михаил Александрович

Физика цунами

*Межфакультетский учебный курс Московского
государственного университета имени М.В.Ломоносова*

Лекция №1



Katsushika Hokusai (1830)
«The Great Wave of Kanagawa»

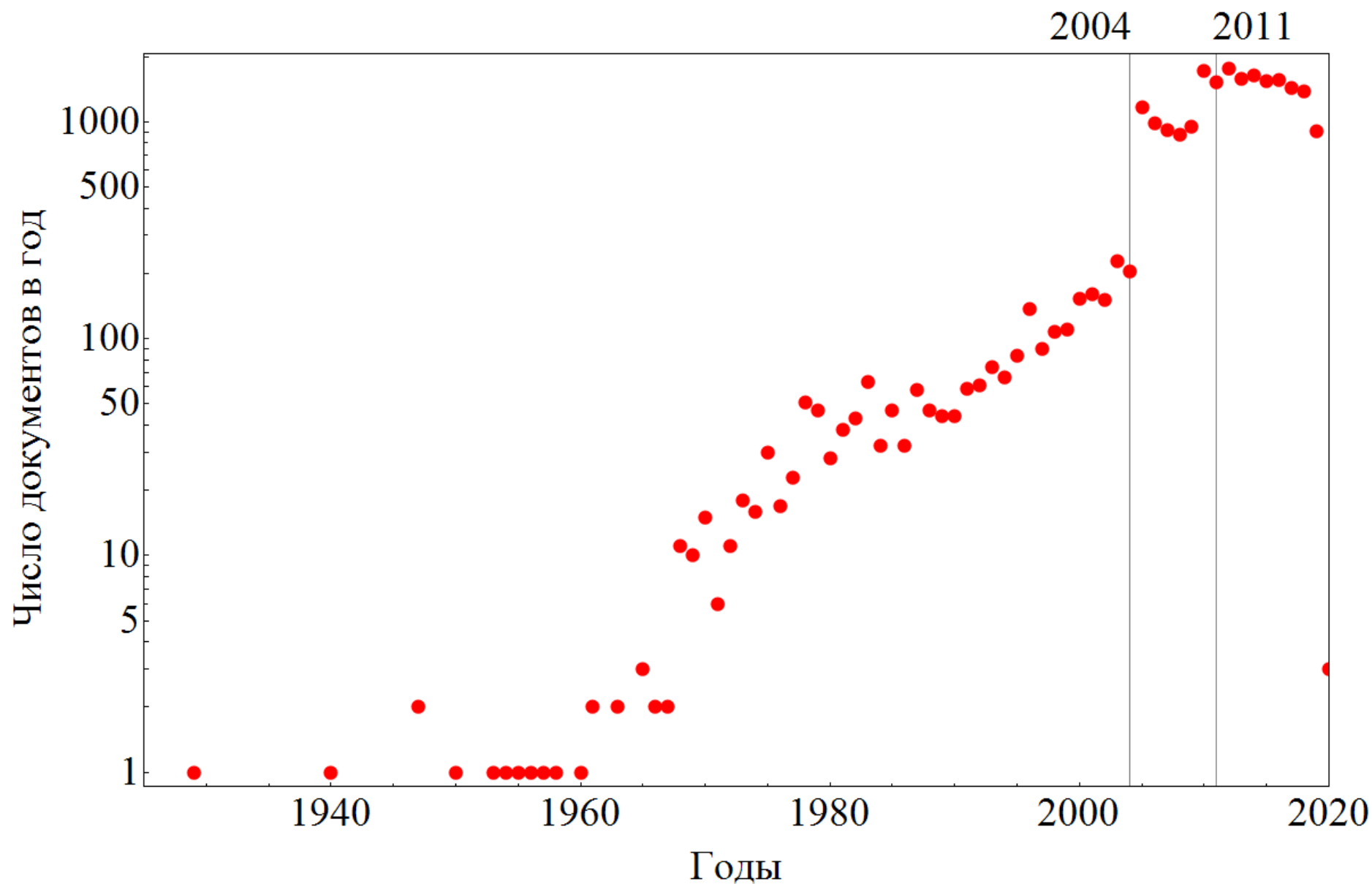


*“...В мире есть такое диво:
Море вздуется бурливо,
Закипит, поднимет вой,
Хлынет на берег пустой...”*

А.С. Пушкин

**Интенсивное заселение и хозяйственное
освоение прибрежных территорий –
единственный
~~главный~~ фактор увеличения цунамиска**

Число документов, найденных по ключевому слову «tsunami» (<https://www.scopus.com/>)



Кто занимается проблемой цунами?

физики

океанологи

сейсмологи

геофизики

геологи

географы

вулканологи

инженеры

геоморфологи

гидроакустики

математики

почвоведы

программисты

морские биологи

историки

палеонтологи

социологи

юристы

археологи

психологи

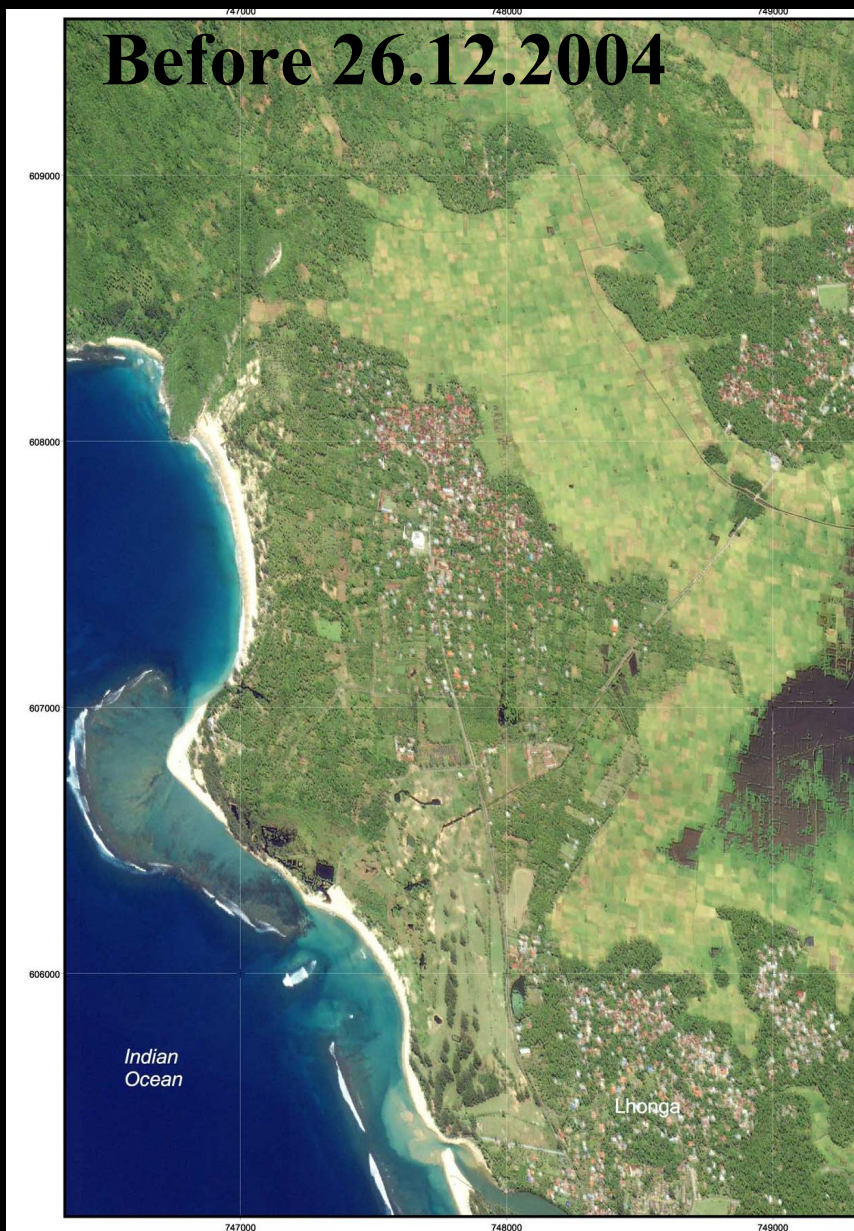
Цунами 26 декабря 2004 г







Indonesia – Banda Aceh





11 марта 2011 г. Катастрофическое землетрясение и цунами в Японии



Кесеннума,
Япония, март 2012



The No. 18 Kyotoku-maru

Япония, март 2012



Япония, Онагава, март 2012



Необходимость изучения волн цунами обусловлена

**Многочисленными
человеческими
жертвами**

**Колоссальным
материальным
ущербом**

**Ущерб от цунами 11.03.2011
в Японии 0.25 трлн USD**

Бюджет РФ на 2011 г 8.8 трлн руб.

Природные катастрофы в XX веке унесли 4 млн. человеческих жизней

1. Землетрясения

2. Наводнения

3. Тайфуны

4. Вулканические
извержения

5. Цунами (~1%)

6. ...

Степень
готовности
«max»

Цунами в
Индийском
океане

26.12.2004:
228 000

погибших

Цунами в
Японии

11.03.2011:
20 000

погибших

Степень
готовности
«0»

«Поражающие факторы» цунами

Основные:

- Внезапное затопление части суши
- Волновое воздействие на сооружения
- Эрозия

Вторичные:

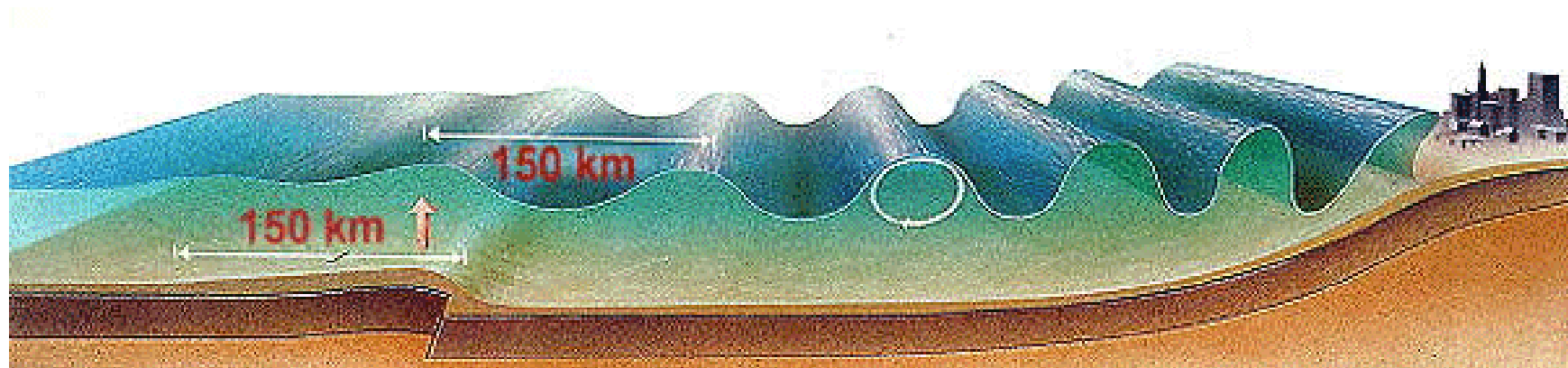
- Пожары
- Загрязнение окружающей среды
- Эпидемии (в результате разрушения береговой инфраструктуры)

津波

Harbor wave

Волна в гавани

Цунами – серия низкочастотных гравитационных поверхностных волн, вызванных мощным воздействием на водный слой



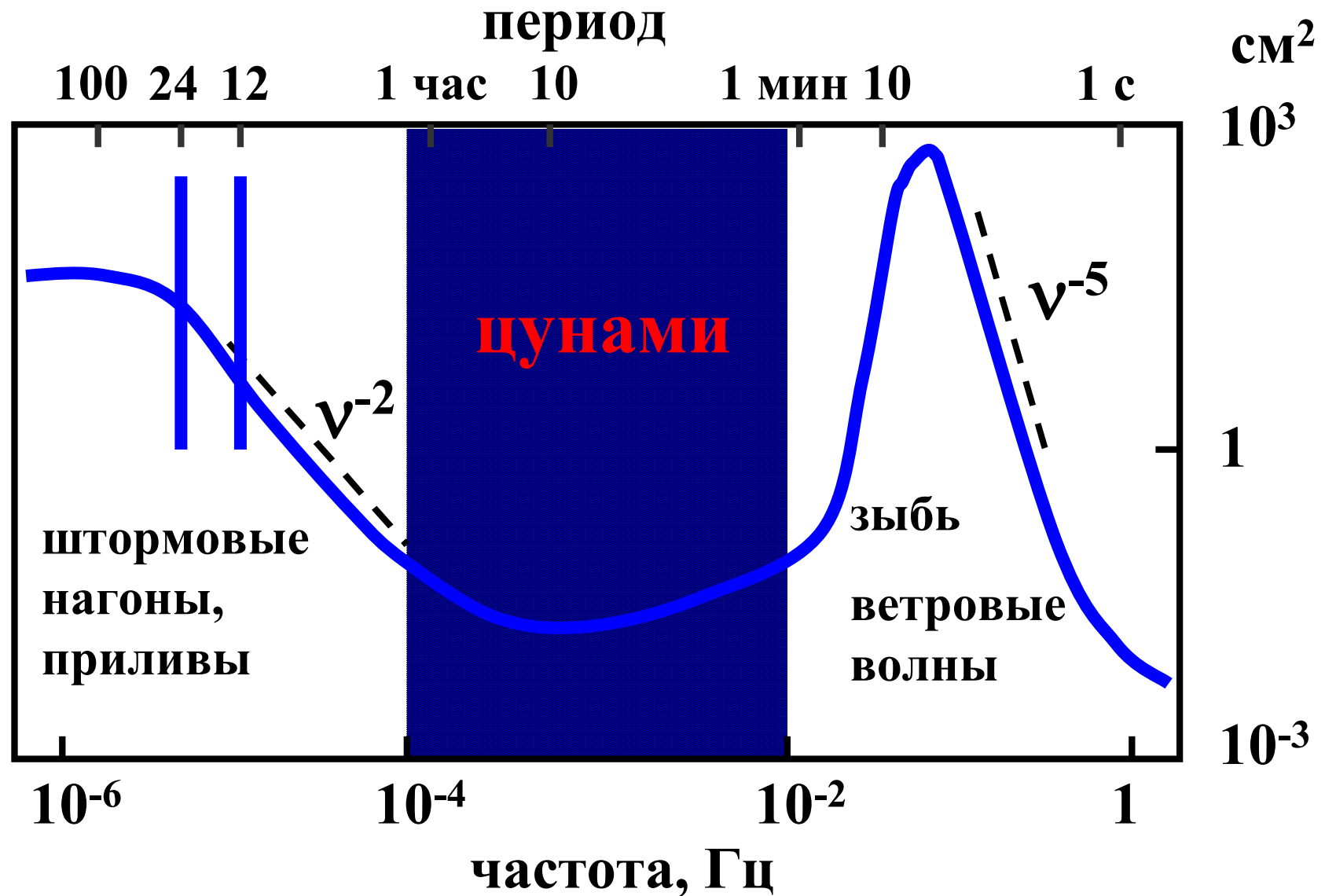
April 1, 1946
M7.1 Aleutian Islands earthquake



Photo credit: Bishop Museum

***Note water and debris on road in Hilo town ...
Don't be fooled, a tsunami is a series of waves.
This was NOT the 1st wave!***

Спектр гравитационных поверхностных волн в океане





$$c = \sqrt{gH} \approx 200 \text{ м/с}$$



100 - 1000 км

$A \sim 1 \text{ м}$

$H \approx 4 \text{ км}$

$$U_{\text{гориз}} = A \sqrt{g/H} \approx 0.05 \text{ м/с}$$

Цунами

```
graph TD; A[Цунами] --- B[Локальные <100 км]; A --- C[Региональные <1000 км]; A --- D[Телецунами (трансокеанские) >1000 км];
```

Локальные
<100 км

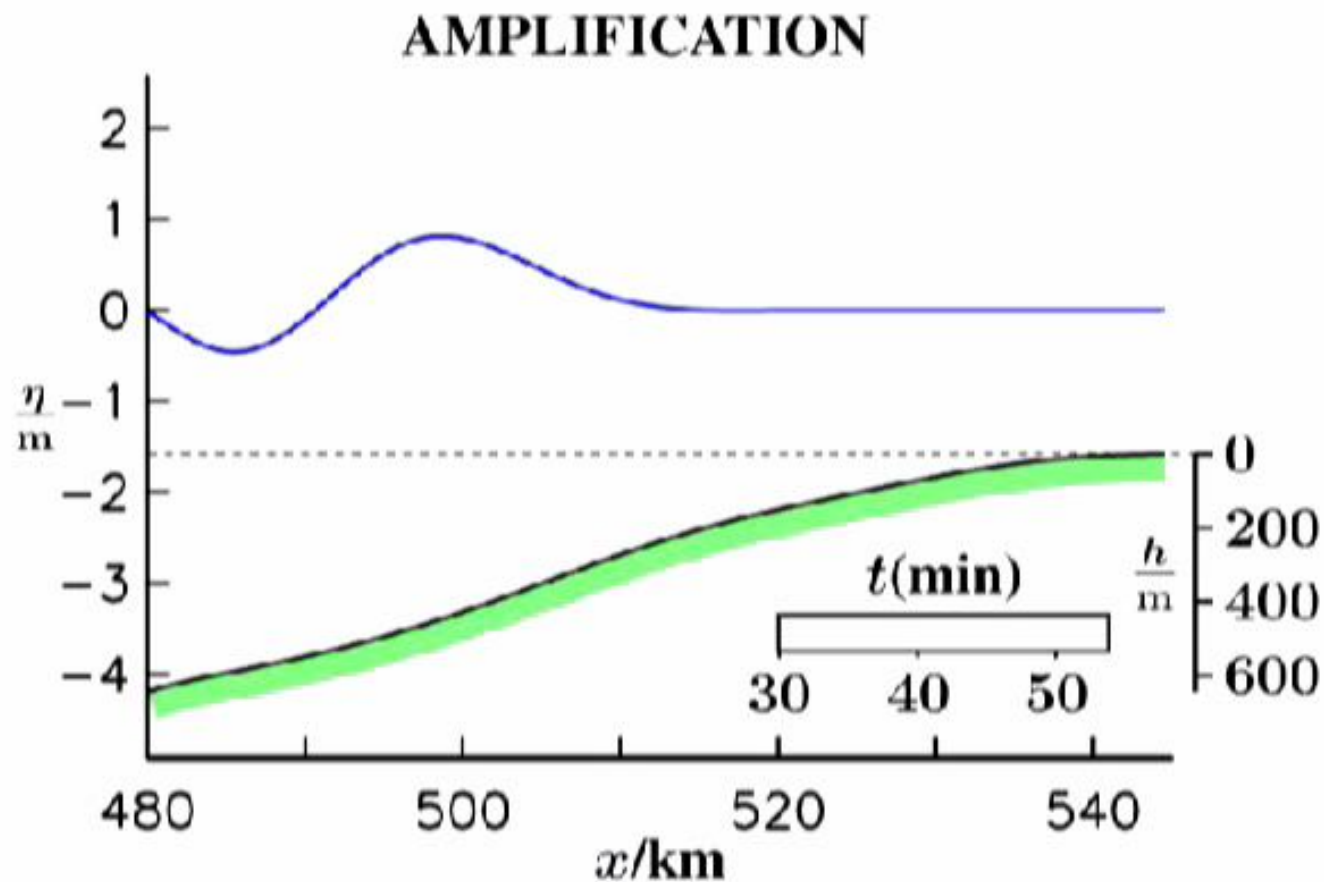
Региональные
<1000 км

Телецунами
(трансокеанские)
>1000 км

Особенность цунами №1 – способность волн сохранять разрушительный потенциал при распространении на трансокеанские расстояния (более 10 тыс.км)

- **Чилийское цунами 1960 г. пересекло Тихий океан (17 тыс.км) и проявилось с амплитудой 4-6 м в Японии (138 погибших, \$50 млн. ущерб) и на дальневосточном побережье СССР (30 млн.руб. ущерб)**
- **Алеутское цунами 1946 г., преодолев 16 тыс.км разрушило экспедиционную хижину на острове Винтер (вблизи Земли Грэхема в Антарктиде)**

Особенность цунами №2 – увеличение амплитуды смещения поверхности воды и скорости горизонтальных течений при уменьшении глубины



Цунами – серия низкочастотных гравитационных поверхностных волн, вызванных **мощным воздействием** на водный слой

- **подводные землетрясения**
- **оползни и обвалы**
- **вулканические извержения**
- **метеорологические причины**
- **падение метеоритов**