



ЛАБОРАТОРИЯ  
ЦУНАМИ

# ОЦЕНКА ЦУНАМИОПАСНОСТИ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

---

МЕДВЕДЕВА АЛИСА ЮРЬЕВНА, КУЛИКОВ ЕВГЕНИЙ АРКАДЬЕВИЧ

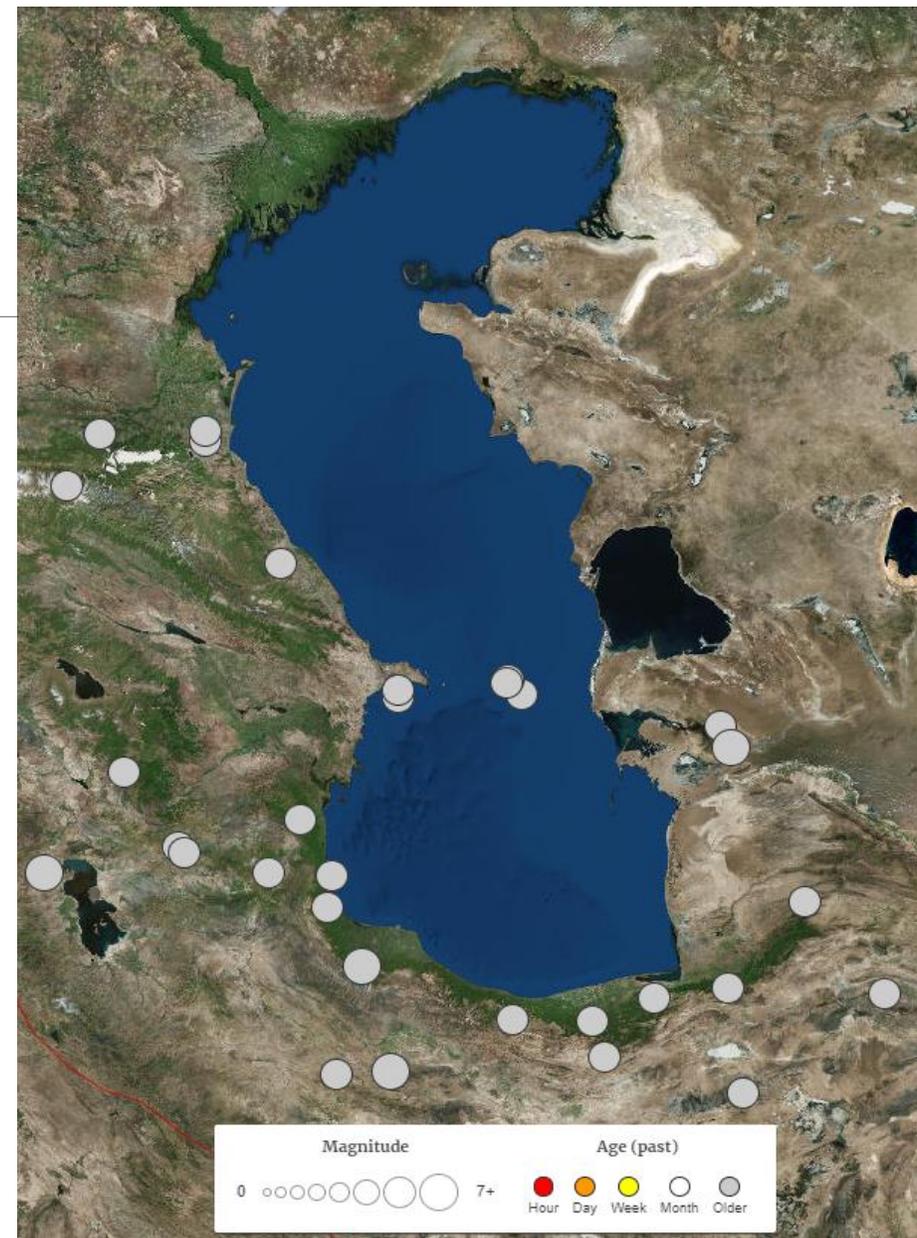
*ИНСТИТУТ ОКЕАНОЛОГИИ ИМ. П.П. ШИРШОВА РАН, МОСКВА*

# Актуальность

Интерес к изучению цунамиопасности Каспийского моря обусловлен тем, что эти катастрофические события случались там ранее.

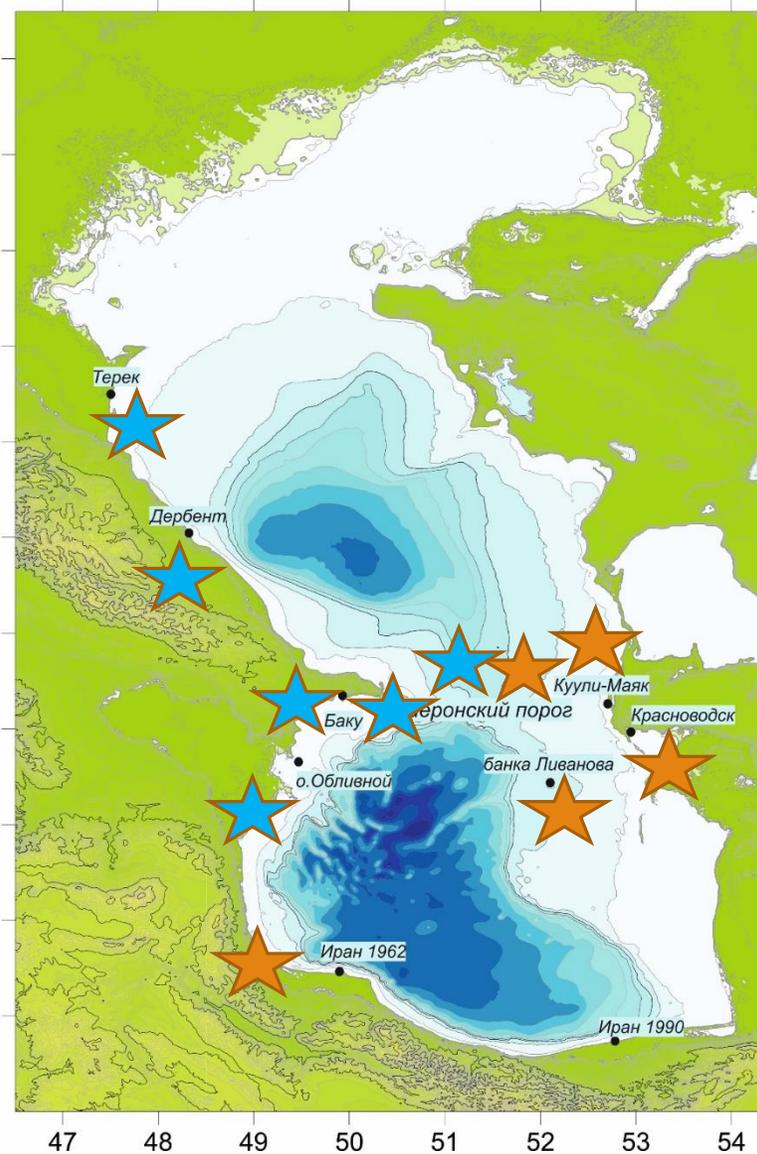
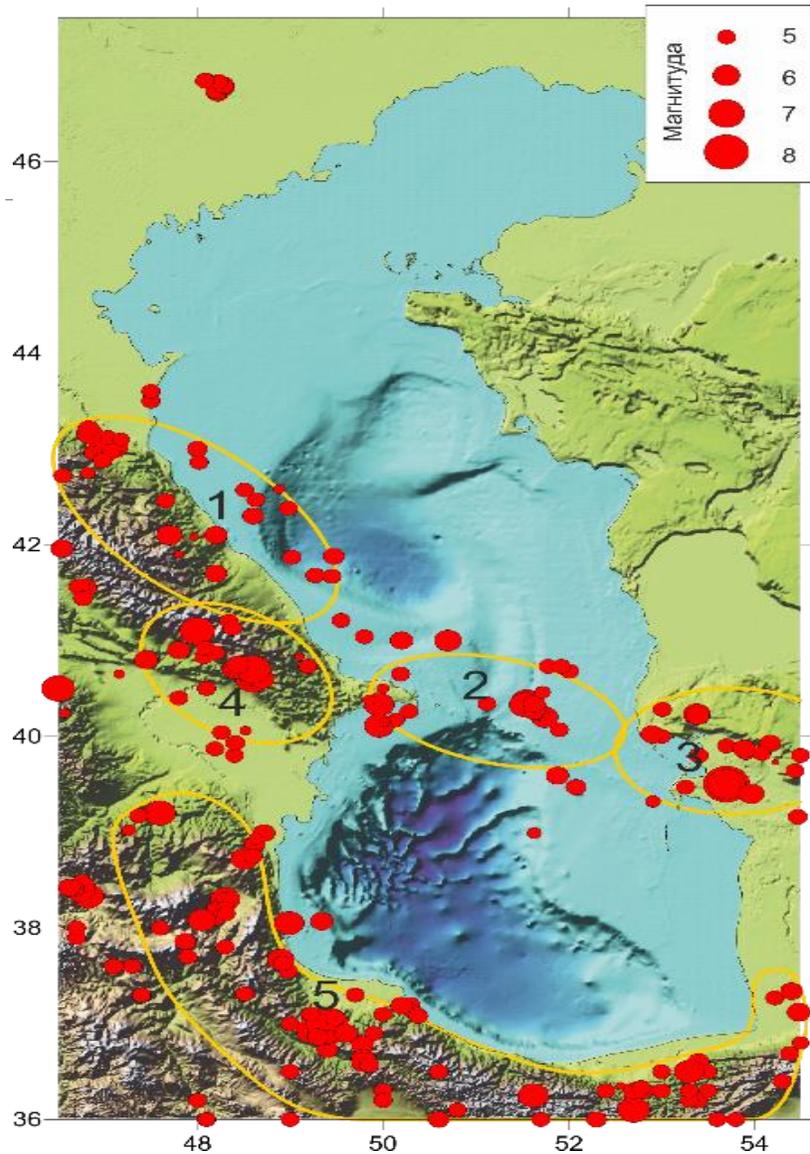
Наиболее сильные землетрясения Каспийского региона – это: Рудбарское (Иран) 1990 г. с  $M_w = 7.4$ , Красноводское (Туркмения) – июль 1895 г. с  $M = 8 \pm 0.2$ .

Средний период повторяемости землетрясения, которые могли бы вызвать цунами, для акватории Каспия составляет 560 лет для событий с магнитудами  $7.5 \pm 0.2$  и 195 лет для магнитуд  $7.0 \pm 0.2$  [Уломов 2001]. Для  $M 8 \pm 0.2$  – это 1620 лет.



33 землетрясения с  $M \geq 6$  [USGS]

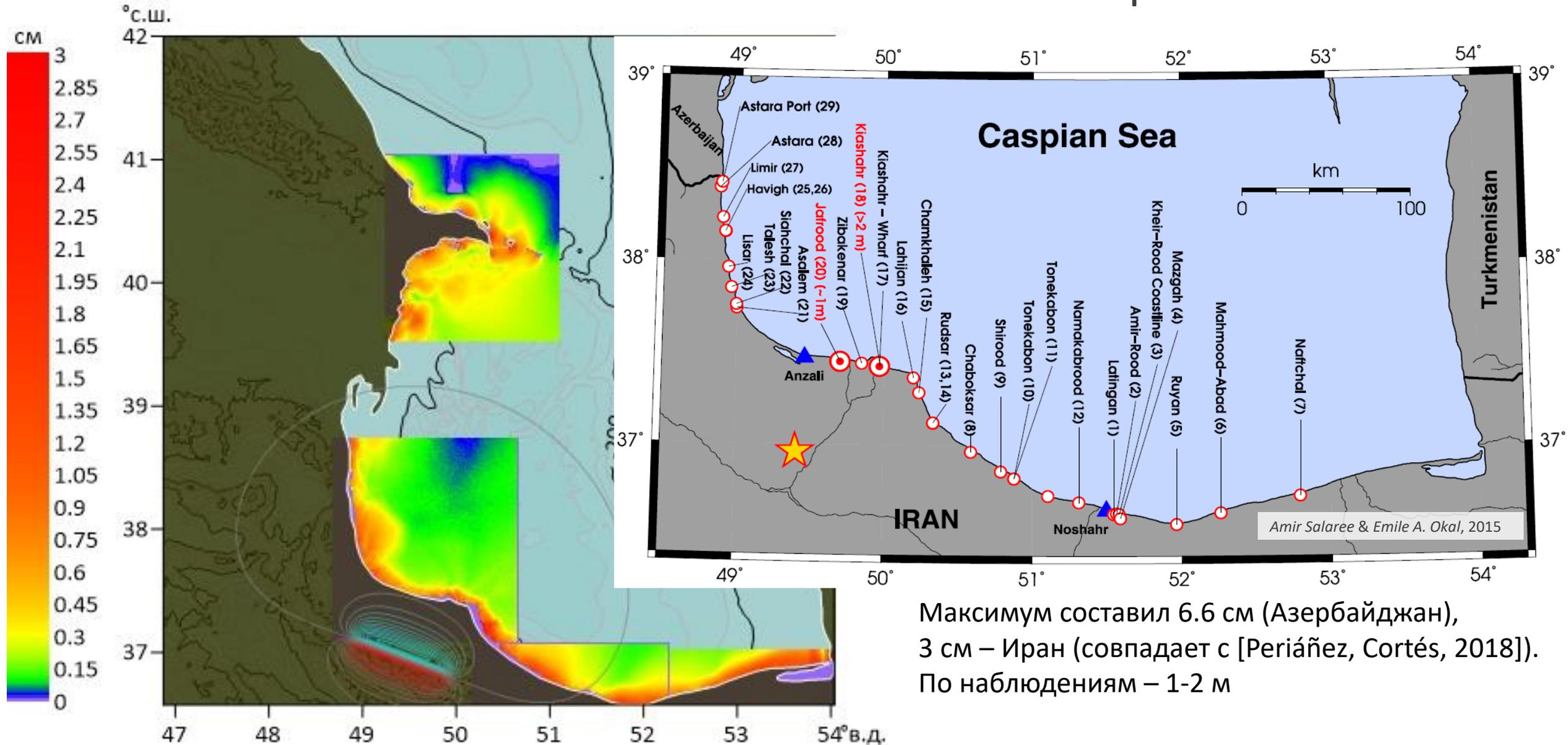
# Сейсмичность Каспийского региона



- Рудбарское (Иран) 1990 г. с  $M = 7.4$
- Красноводское (Туркмения) 1895 г. с  $M = 8 \pm 0.2$
- Туркменское 2000 г. с  $M = 7$
- Казанджикское 1946 г. с  $M = 7$
- Большебалханское 2002 г. с  $M = 7.2-7.4$
- 743, 918, 957 Дербент
- 1668 Терек
- 1868, 1902, 1960 Баку
- 1876 Чигиль
- 1933 Гувлымаяк
- 1986 Апшеронский порог

В настоящее время имеются упоминания о 14-ти случаях цунами/аномальных колебаний уровня (высота волн не превышала 1-2 м).

# Цунами от Рудбарского землетрясения



Максимум составил 6.6 см (Азербайджан),  
3 см – Иран (совпадает с [Periáñez, Cortés, 2018]).  
По наблюдениям – 1-2 м

# Данные и методы

---

Использовалась разновидность модели TUNAMI [Imamura, 1996], где реализована конечно-разностная аппроксимация уравнений мелкой воды в сферической системе координат

Топография морского дна задавалась с разрешением 30" по данным GEBCO.

Для расчета наката волны на сухой берег использовались сглаженные данные NASA SRTM3 с разрешением 1" (Shuttle Radar Topographic mission).

В численной модели использовалась технология вложенных сеток [Fine et. al., 2018]: первая основная сетка охватывает все море с горизонтальным разрешением 30 угловых сек., вторая, промежуточная, с шагом 6 секунд и, наконец, сетка для расчета наката волны на берег с разрешением 1 угловая секунда ("), что составляет приблизительно 30 м. При генерации сеток батиметрии с разрешением 1" и 6" оцифровывались данные с навигационных карт 1:50000.

# Данные и методы

- Расчет сейсмического источника цунами: для расчета остаточных деформаций дна применяется аналитическое решение статической задачи теории упругости (формулы Окада)

Необходимо 9 параметров:

широта, долгота ( $^{\circ}$ ) и глубина (м) центра площадки разрыва, ширина  $W$  и длина  $L$  (км) области разрыва, угол по простиранию (*Strike*,  $^{\circ}$ ), угол падения (*Dip*,  $^{\circ}$ ), угол скольжения (*Rake*,  $^{\circ}$ ), смещение или величина скольжения ( $D$ , м)

Негидростатическая поправка [Каджиура]

Регрессионные формулы

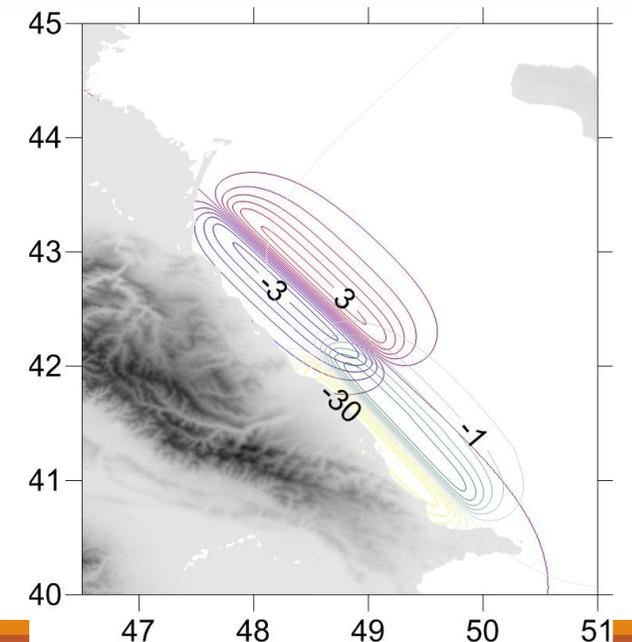
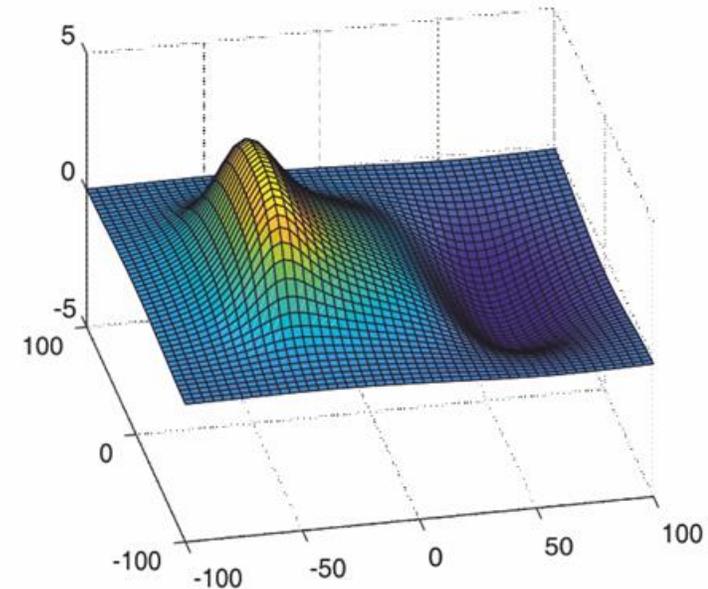
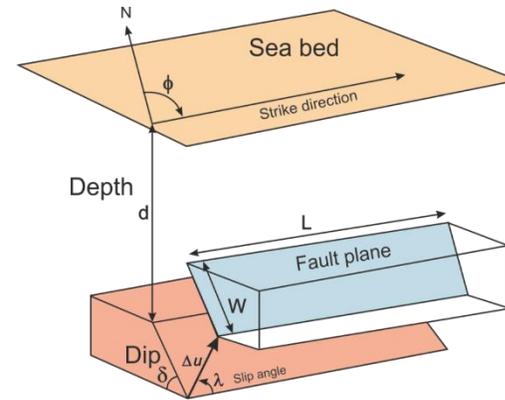
$$\lg L = 0.59M_w - 2.44 \pm 0.16$$

$$\lg W = 0.32M_w - 1.01 \pm 0.15$$

$$\lg \Delta D_{av} = 0.69M_w - 4.8 \pm 0.36$$

$$\lg \Delta D_{max} = 0.82M_w - 5.46 \pm 0.42$$

[Wells & Coppersmith, 1994]



# Детерминистский подход

---

Поиск «наихудшего сценария» для выбранного региона

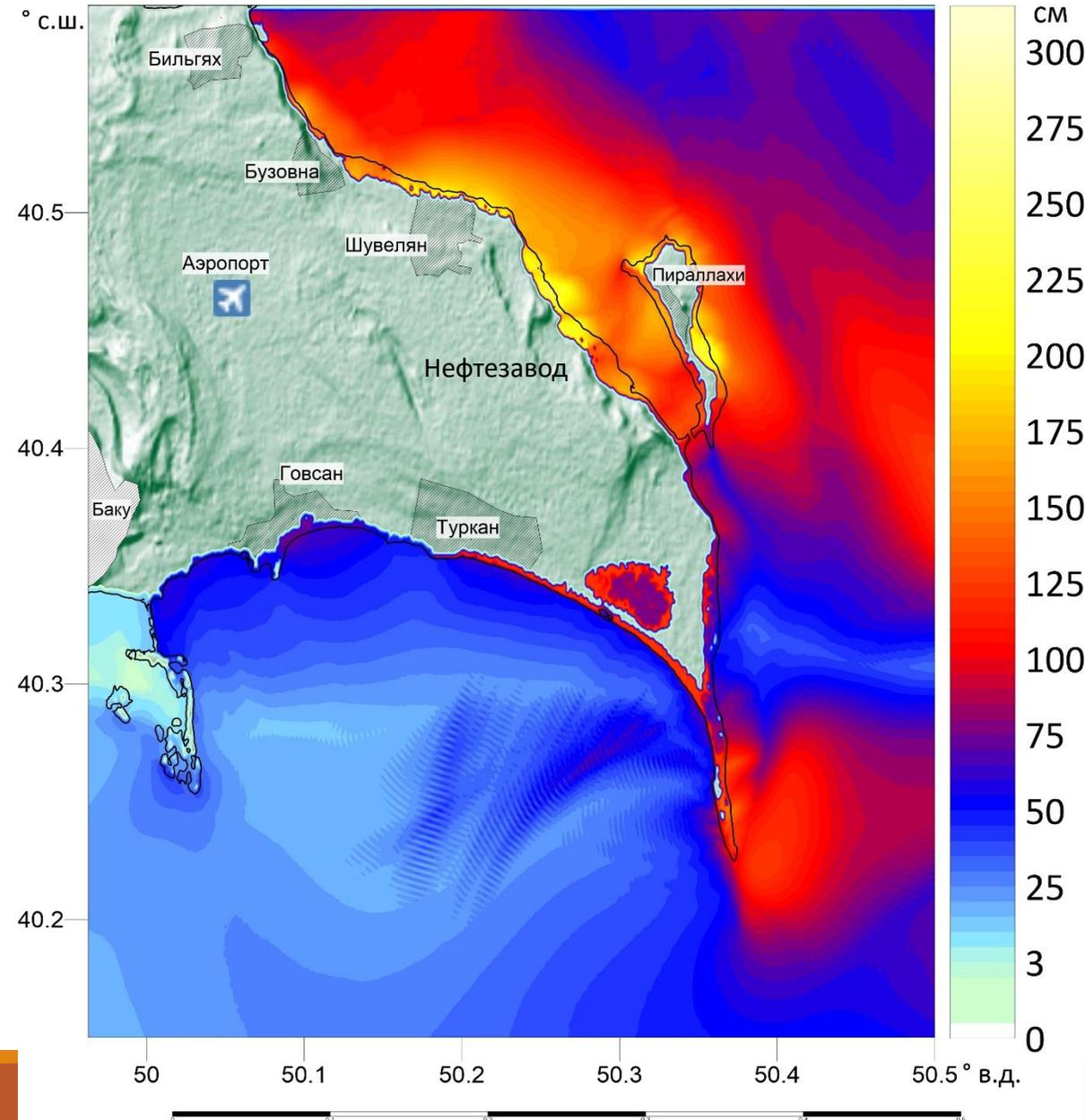
Высота цунами зависит от магнитуды землетрясения

Крутой угол падения (Dip), близкий к 90 градусам

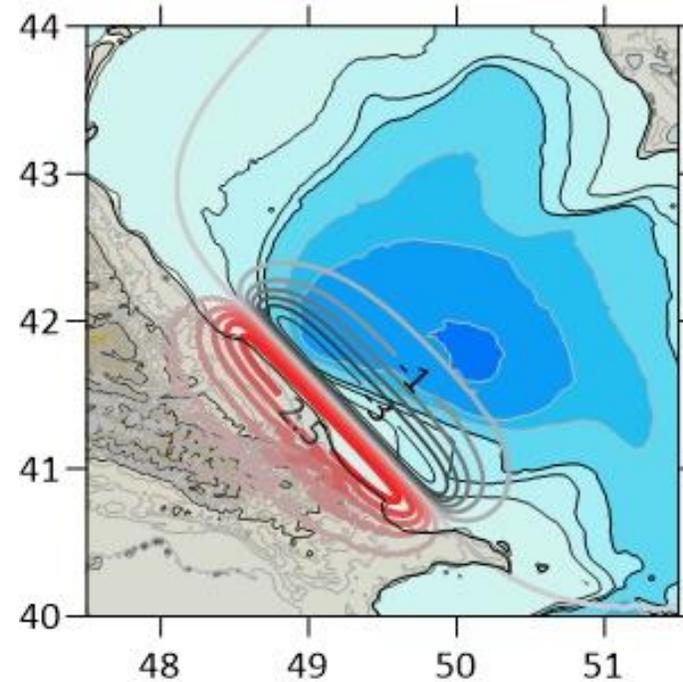
Небольшая глубина землетрясения

...

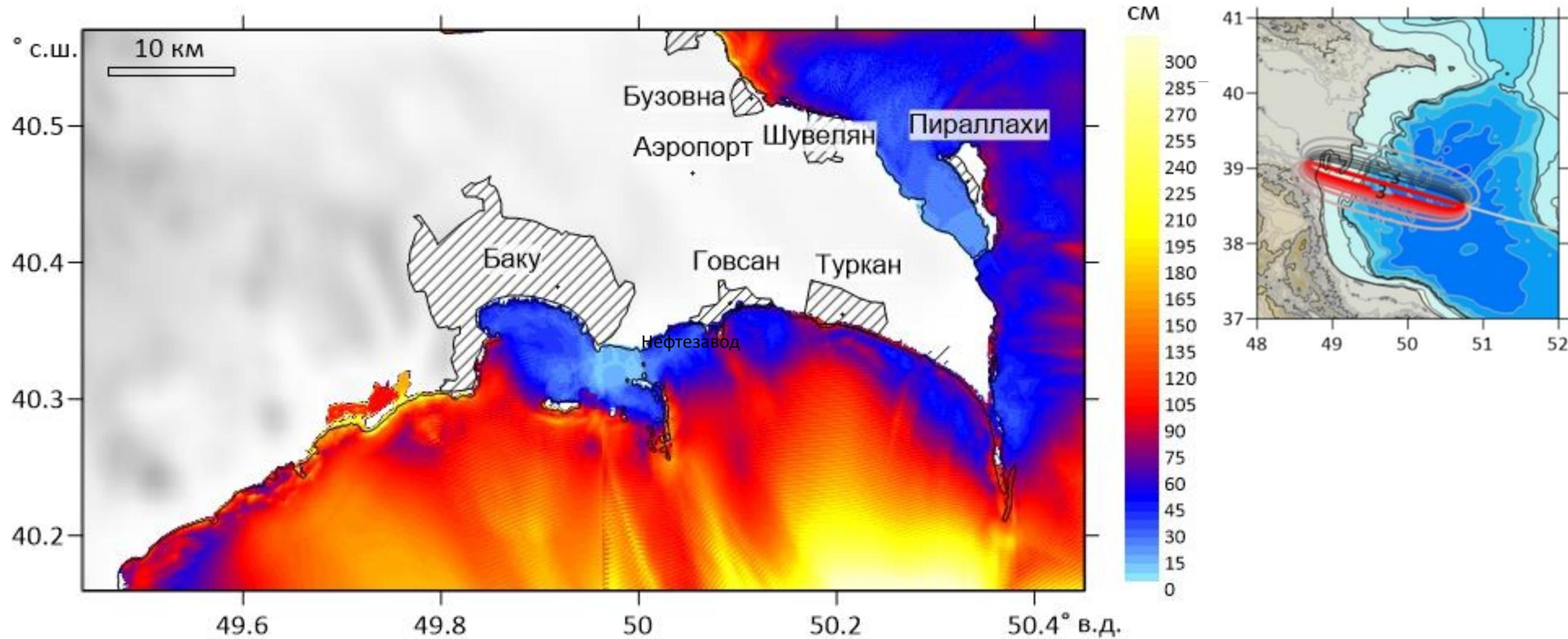
# Результаты расчетов Апшеронский п-ов



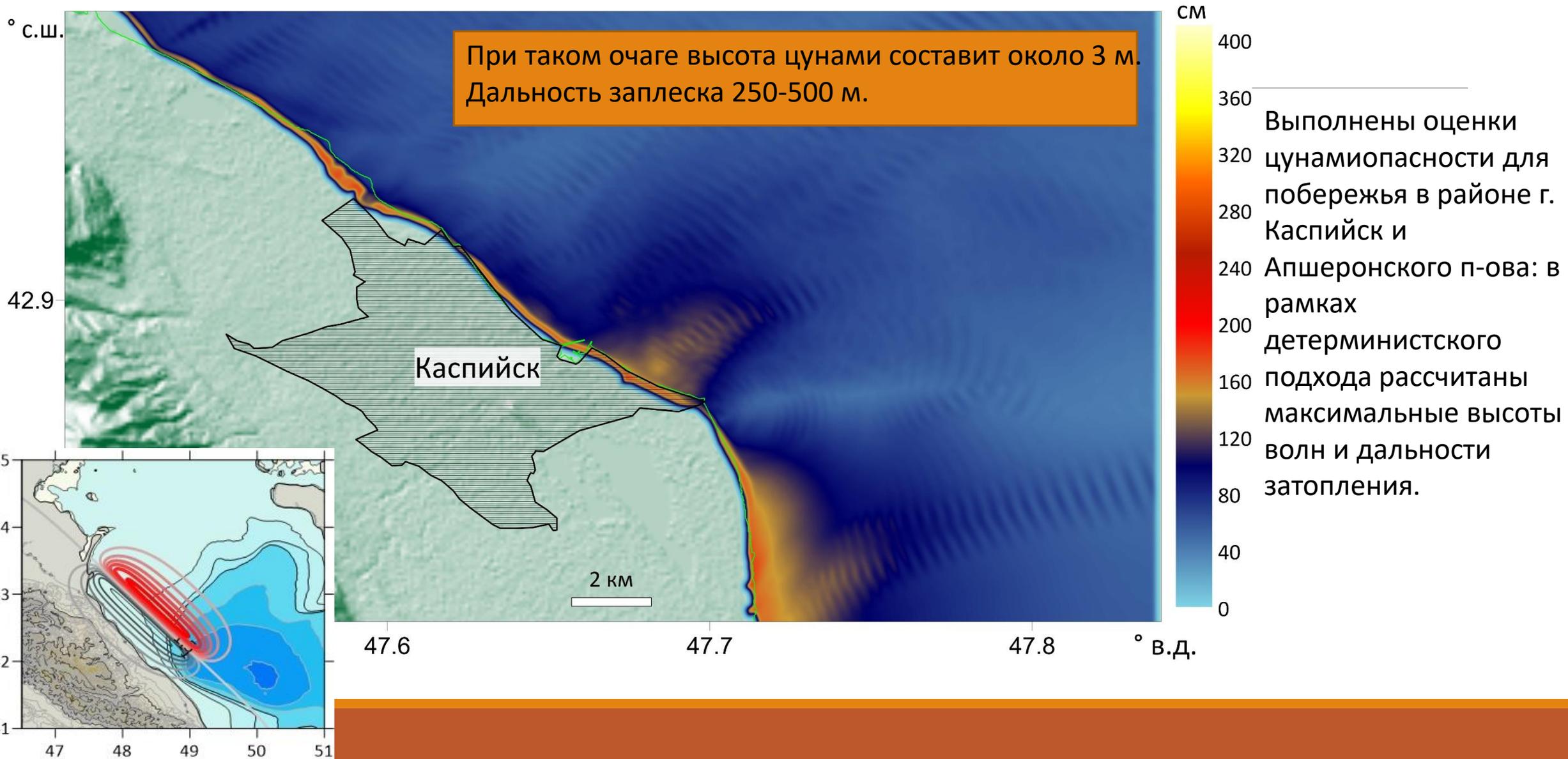
№	Название	° в.д.	° с.ш.	Модель 1 (шаг 6")	Модель 2 (шаг 1")	
					Высота, м	Накат, м
1	Говсан	50.1	40.36	0.6	0.8	800
2	Мыс (Апшеронский нац. парк)	50.38	40.25	0.9	1.5	330
3	Пираллахи (восток)	50.36	40.44	1.4	2.5	1030
4	Пираллахи (север)	50.31	40.48	1.9	2.5	500
5	Бузовна	50.14	40.52	1.5	1.8	1040
6	Шувелян	50.19	40.51	1.8	2.3	360
7	Нефтезавод SOCAR Refinery	50.28	40.45	2.0	2.3	1500



# Результаты расчетов Апшеронский п-ов



# Результаты расчетов Каспийск



Спасибо за внимание

---