

## ЦУНАМИ В ЧЕРНОМ И АЗОВСКОМ МОРЯХ

Безушко Д.И.<sup>1</sup>, Мурашко А.В.<sup>1</sup>, Мироненко И.Н.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Одесская государственная академия строительства и архитектуры*

<sup>2</sup> *Одесский национальный морской университет*

Считается, что цунами в Черном море практически не возможны. Однако за последнее десятилетие произошло, как минимум два цунами. Первое - у берегов Болгарии 07 мая 2007г. и второе - на побережье Одессы 26 июня 2014г. Необходимо отметить, что оба этих цунами не сейсмического происхождения. Событие 26 июня 2014 года в Одессе показало, что ни службы спасения, ни морские гидрометеорологические станции не готовы к возникновению цунами на Черноморском побережье Украины. Анализ исторических сведений о цунами, представленных в Каталоге цунами и определение периодичности максимального возможного воздействия, является **актуальной** задачей.

Под цунами будем понимать – опасное природное явление, представляющее собой - систему длинных гравитационных волн на поверхности океанов и морей, вызванных сравнительно кратковременными внешними возмущениями естественного и техногенного происхождения. В качестве естественных источников подобных волн выступают подводные землетрясения, землетрясения на суше, взрывы вулканов, обвалы скал и подводные оползни, метеорологические явления. В последнее время все чаще стали регистрироваться метеорологические цунами (3% от всех зарегистрированных цунами) вызванными изменением атмосферного давления и другими проявлениями погоды.

Огромный вклад в поиск и анализ исторических данных о возникновении цунами в Черном и Азовском море внесли - Григораш З.К. [1], Доценко С.Ф. [2,3], Никонов А.А. [4] и др. Большой группой специалистов в рамках проектов EU GITEC, GITEC-TWO, TRANSFER выполнен анализ исторических сведений о цунами в Черноморском регионе и составлен Современный каталог цунами Черноморского региона, который был опубликован в 2011г. в работе G. A. Papadopoulos, G. Diakogianni, A. Fokaefs1, B. Rangelov [5].

При работе над каталогом было рассмотрено 29 событий, из которых 3 считаются ложными, 4 события - спорные и 22 события были классифицированы как достоверные, получили оценку 3 или 4 по четырех бальной шкале надежности. Большинство из них были вызваны

землетрясениями, но некоторые вызваны обвалами или другими неизвестными причинами. Интенсивность цунами оценивалась по традиционной 6-бальной шкале и новой 12-бальной шкале Пападопулоса и Имамура. Начиная с 544/545 до сих пор, произошло только два достоверных события высокой интенсивности  $K \geq 7$ , средняя повторяемость составляет 750 лет. Пять достоверных цунами умеренной интенсивности  $4 \leq K < 7$ , которые наблюдались с 1650 года по настоящее время, повторяемость составляет 72 года.

Современный каталог цунами Черноморского региона, представляет собой карту (Рис.1) с нанесенными очагами соответствующих землетрясений и других причин возникновения волн цунами и таблицу с соответствующими данными о каждом цунами отдельно + текстовое описание каждого цунами с указанием источника информации.

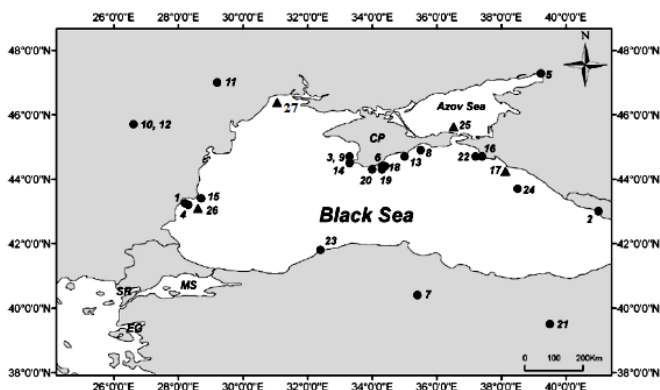


Рис. 1 Карта возникновения цунами в Черном и Азовском морях

● – эпицентр землетрясения, ▲ – цунами гравитационного происхождения

В современном каталоге цунами используются следующие условные обозначения:

ID - идентификационный номер, YY - год, MM - месяц, DD - день, hh - часы, mm - минуты, ss - секунды, Rel - точность времени возникновения;

Region Cause – регион и причина события: BS - Черное море, AS - Азовское море; Причины возникновения цунами: ER - подводное землетрясение (submarine earthquake), EA - землетрясение (earthquake-associated), EL –оползень, ES – оползни и обвалы в следствии земле-

трясения (earthquake marine slide), GS - гравитационное движение (gravitative marine slide).

Subregion – часть побережья, где наблюдалось цунами и координаты эпицентра землетрясения: Lat- северная широта (N), Long - долгота (E), Rel - точность указания очага в минутах;

Short Description – краткое описание события: I - сила землетрясения в очаге, M - магнитуда землетрясения, H - глубина очага (в км), n - землетрясение мелкого заложения, i - средней глубины землетрясение, Runup - высота цунами (в см), k - интенсивность цунами (по 6-и бальной шкале Sieberg-Ambraseys), K - интенсивность цунами (по 12-и бальной шкале Papadopoulos-Imamura), Rel - достоверность случая цунами.

Для описания достоверности события используется 4-ох бальная шкала Iida (1984) (0 - невероятное цунами; этот класс практически не используется, так как события класса 0 не входят в каталог; 1- маловероятное цунами, 2- сомнительное цунами, 3- возможное цунами, 4- достоверное цунами).

Таблица 1

### Каталог цунами Черного и Азовского морей

ID	YY	MM	DD	Region Cause	Subregion Lat Long	Short Description	K	Rel
						I M H Runup		
№	год	месяц	день	Регион, причина	Координаты	Характеристики	12 баллов	достоверность
1	2	3	4	9	10	12	14	15
1	1 в. до н.э.			BS EL	Побережье Болгарии 43°15' 28°12'	Цунами в Bizone n		3
2	1 в. н.э.			BS ES	Колхида (Западная Грузия) 43°00' 41°00'	Dioskuriada на побережье Сухумской бухты 9(±1) 6.5(+) n 250		2

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	9	10	12	14	15
3	103			BS EA	Крым 44°42' 33°18'	Севастопольская бухта 8(+) 7.0(±0.5) n 200		2
4	544			BS ER	Bulgarian coast and Saros Bay 43°12' 28°18'	Сильное наводнение в Odessus и в Dionysopolis и в Aphrodisium.. 9 7.5(±0.5) n 250	8-9	4
5	1185	07		AS EA	Устье Дона, Азовское море 47°17 39°13'	Слово о полку Игореве n		2
6	1427			BS ER	Южный берег Крыма 44°24' 34°18'	Затоплено несколько сел возле Ялты 9(±1) 7.0(±0.5) n 200	7-8	2
7	1598	05		BS ES	Turkish Black Sea coast 40°24' 35°24'	«... море продвинулось внутрь побережья на мили, топя множество людей» 9(+) 7.0(±0.5) n	8-9	3
8	1615	06	05	BS ER	юго-восток Крыма 44°54' 35°30'	«... повышение уровня моря и возвращение к обычному уровню неда- леко от города Феодо- сии» 7(+) 6.0(±0.5) n 50	3-4	3
9	1650			BS ER	Черное и Азов- ское море 44°42' 33°18'	“Море затопило берег, и соединилось с Сивашем, и вода отступила около Genichesk и Arabat” 9(+) 7.0(±0.5) n 50	4-5	3
10	1802	10	12	BS EA ES	западный Крым 45°42' 26°36'	“Большие волны накаты- вали на город Евпатория, на западном побережье Крыма, в безветренную погоду.” 9(+) 7.7(±0.3) i 50	3-4	3
11	1821	11	17	BS EA	Одесса, Украина 47°00' 29°12'	“Море вышло из берегов рядом с городом Одесса» 7(±1) 6.7(±0.7) i 10	3-4	3

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	9	10	12	14	15
12	1838	01	23	BS EA	Одесса, Украина 45°42' 26°36'	«Большое изменение уровня моря много судов вынесло на берег Одес- сы» 8 7.3(±0.3) i 50	5–6	3
13	1869	11	11	ER ER	Крым 44°42' 35°00'	"Город Судак: уровень моря понизился на 2 м и медленно за 10 минут вернулся к начальному уровню" 7(±1) 6.0(±0.2) n 50	3–4	4
14	1875	07	25	BS EA	западное побе- режье Крыма 44°30' 33°18'	«вода бурлила и пени- лась» 7(±1) 5.5(±0.5) n 10	3–4	3
15	1901	03	31	BS ER	Bulgarian coast 43°24' 28°42'	"Лодки в порту Балчик были подняты на 3 м" 9(±1) 7.1 n 250	3–4	3
16	1905	10	04	BS EA	северо-восток Черного моря 44°42' 37°24'	Волна от Анапы встрях- нула корабль. 7(±1) 5.1(±0.7) n 0.5м	3–4	3
17	1909	04	08	BS GS	Краснодарский край, Россия 44°15' 38°07'	Три волны у мыса Idokopas	3–4	3
18	1927	06	26	BS ES	Крым 44°24' 34°24'	Уровень моря менялся на побережье Крыма от Керчи до Ялты 7(±1) 6.0(±0.1) n 30	3–4	4
19	1927	09	11	BS ER	Крым 44°18' 34°18'	«в момент главного толчка всюду на южном берегу от Судака до Се- вастополя море немного отхлынуло от берегов, а затем затопило пляж» 8(±1) 6.8 n 100	5–6	4
20	1927	09	16	BS EA	Крым 44°18' 34°00'	бухта Балаклава 5(±1) 4.9(±0.3) n 30	3–4	4

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	9	10	12	14	15
21	1939	12	26	BS ES	Черноморское побережье Турции 39°30' 39°30'	Цунами пересекло Черное море и было зарегистрировано мареографами в Севастополе высотой 50 см, Новороссийске 53см, в Туапсе 40см. 10(±1) 7.9(±0.1) n 53	3-4	4
22	1966	07	12	BS ES	Анапа (Крым) 44°42' 37°12'	Самая большая высота волны 42 см в Геленджике, в 50 км к югу, и 10 см в Феодосии в 60 км. 7(±1) 5.8(±0.5) n 42	3-4	4
23	1968	09	03	BS ER	Черноморское побережье Турции 41°49' 32°23'	в порту Атаага уровень моря упал на 1.5 м (рыба прыгала по берегу) потом поднялся на 3м. Многие лодки были выброшены на берег. 9(±1) 6.6 n 300	4-5	4
24	1970	12	04	BS ER	Сочи (Крым) 43°42' 38°30'	Колебания уровня моря 80 см, период 5 мин наблюдались в Сочи 7(±1) 5.8(±0.5) 40	2-3	3
25	1990	08	02	BS GS	южное побережье Азовского моря 45°38' 36°31'	непродолжительное повышение уровня моря на 40 см	2 3	3
26	2007	05	07	BS GS	Побережье Болгарии 43°06' 28°36'	Цунами не сейсмического происхождения 120	4-5	4
27	2014	06	26	BS GS	Одесса, Украина 46°28' 30°46'	Цунами не сейсмического происхождения 10-40см	3-4	3

Для более компактного изложения данных из Современного каталога цунами Черного и Азовского морей [5] в таблице 1 не представлены

столбцы 5, 6, 7, 8, 11, 13 и 16, в которых указывается время события, точность координат и интенсивность цунами по 6-и бальной шкале.

В каталог добавлено событие, которое произошло на побережье Черного моря г. Одесса. Это цунами носило локальный характер. Наблюдалось повышение уровня моря на береговой линии длиной до 10 км. Наблюдалось две волны. Высота волны 10-40 см, определялась визуально по имеющимся видео съемкам. Заплеск на берегу достиг 2 м, при разрушении волны о подпорную стенку. Погибших нет, 20 человек получили легкие телесные повреждения. Временные сооружения на пляже затоплены и получили незначительные повреждения. Инструментальных записей повышения уровня моря гидрометеостанциями не зафиксировано, в связи с этим достоверность информации о цунами принята, как 3 по 4-х бальной шкале.

Из-за отсутствия инструментальных записей данного события, точно не установлено истинной причины цунами. Ниже представлены основные возможные причины цунами:

- атмосферное возмущение (метеоцунами) – цунами произошло в следствии резких атмосферных возмущений в акватории Одесского залива;

- выход озера сероводорода со дна моря;

- совпадение трех факторов: максимального суточного уровня моря, максимального уровня по лунному циклу и действие сгонного ветра на протяжении двух предшествующих дней.

Необходимо отметить, что на данной территории уже наблюдалось три цунами в 1927г., 1837г., 1821г. Событие 1927г. произошло в следствии сильного Ялтинского землетрясения, при котором образовались волны цунами, которые дошли до берегов Одессы. Причинами возникновения волн цунами в 1821г. и 1838г. считают морские оползни, которые образовались в следствии землетрясений с очагом в зоне Вранча. Однако в своей работе G. A. Papadopoulos, G. Diakogianni, A. Fokaefs1, B. Ranguelov [5] опровергают возможность образования оползня на таком расстоянии от эпицентра, опираясь на результаты расчета. Таким образом, за всю историю Одессы на ее пляжах произошло как минимум 4-е цунами интенсивностью ниже среднего, при этом причины трех цунами так и остаются загадкой.

### ***Выводы***

На всем побережье Черного и Азовского моря начиная с 544/545 до сих пор, произошло два достоверных события цунами высокой интенсивности  $K \geq 7$ , средняя повторяемость составляет 750 лет. Пять досто-

верных цунами умеренной интенсивности  $4 \leq K < 7$  наблюдались с 1650 года по настоящее время, повторяемость составляет 72 года.

На Одесском побережье зафиксировано 4 события цунами в период с 1821г. по 2014 средняя периодичность возникновения 1 раз в 48 лет. Цунами наблюдались слабые с интенсивностью  $K \leq 4$ , высота волны до 50см.

На Крымском побережье зафиксировано 3 события цунами с интенсивностью  $K=5-6$ , высота волны до 100 см. в период с 1650г. по 1927 средняя периодичность возникновения 1 раз в 92 года.

На ряду с этим упоминаются два сильных цунами интенсивностью  $K=7-8$ , высота волны до 2м в период с 103г. по 1427 средняя периодичность возникновения 1 раз в 662 года.

Анализируя повторяемость и низкую интенсивность цунами можно сделать вывод, что опасность цунами в Черном море является от низкой до умеренной, но ею нельзя пренебрегать.

### **Summary**

**The catalogue of tsunamis in the Black Sea and Sea of Azov is presented in the paper. The catalogue had been composed of an international group of scientists from Greece and Bulgaria in 2011.**

### *Литература*

1. Григораш З.К. Обзор удаленных мареограмм некоторых цунами в Черном море // Труды СахКНИИ. – Южно-Сахалинск: СахКНИИ, 1972. Вып. 29. С. 271–278.
2. Доценко С.Ф. Цунами в Черном море // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 1995. Т. 30. С. 513–519.
3. Доценко С.Ф., Иванов В.А. Природные катастрофы Азово-Черноморского региона / НАН Украины, Морской гидрофизический институт. – Севастополь, 2010. – 174с.
4. Никонов А.А. Повторяемость цунами на берегах Черного и Азовского морей // Известия РАН. Физика Земли. 1997. Т. 33. С. 72–87.
5. Papadopoulos G. A. Tsunami hazard in the Black Sea and the Azov Sea: a new tsunami catalogue // G. A. Papadopoulos, G. Diakogianni, A. Fokaefs, B. Rangelov/ Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 11, 2011.- С. 945–963. ([www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/11/945/2011/](http://www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/11/945/2011/)).