

УДК 550.34:699.841:626/627

Д.И. Безушко, И.Н. Мироненко, А.В. Мурашко

### ЦУНАМИ ЧЕРНОМОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ УКРАИНЫ

*В статье представлены исторические сведения о цунами, которые наблюдались на Черноморском побережье Украины в период с 103 г. по 2014 г.*

**Ключевые слова:** цунами, Черноморское побережье Украины, исторические сведения.

*У статті наведено історичні данні про цунамі, які були зафіксовані на Чорноморському узбережжі України з 105 р. по 2014 р.*

**Ключові слова:** цунамі, Чорноморське побережжя України, історичні відомості.

*The historical information about the tsunami that occurred on the Black Sea coast of Ukraine in the period from 103 till 2014 is presented in the paper.*

**Keywords:** tsunami, black Sea coast of Ukraine, historical information.

Считается, что цунами в Черном море практически невозможны. Однако за последнее десятилетие произошло, как минимум два цунами. Первое у берегов Болгарии 07 мая 2007 г. и второе на побережье Одессы 26 июня 2014 г. Необходимо отметить, что оба эти 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.

**Постановка задачи.** Анализ исторических сведений о цунами, которые были зафиксированы на побережье Украины и определение периодичности максимального возможного воздействия.

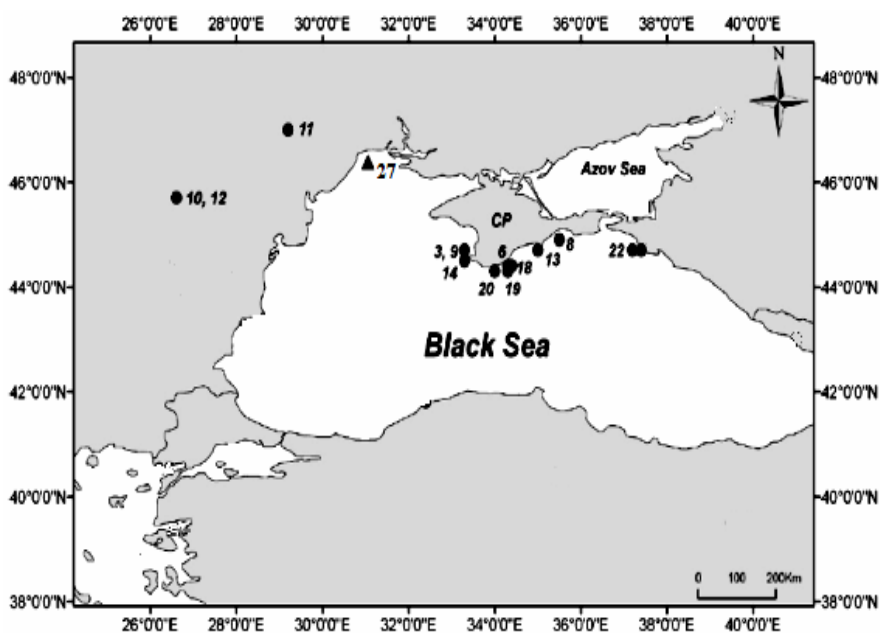
Под цунами будем понимать опасное природное явление, представляющее собой систему длинных гравитационных волн на поверхности океанов и морей, вызванных сравнительно кратковременными внешними возмущениями естественного и техногенного происхождения. В качестве естественных источников подобных волн выступают 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), вызванные изменением атмосферного давления и другими проявлениями погоды.

Огромный вклад в поиск и анализ исторических данных о возникновении цунами в Черном и Азовском морях внесли Григораш З.К. [1], Доценко С.Ф. [2, 3], Никонов А.А. [4] и др. Большой группой специа-

© Безушко Д.И., Мироненко И.Н., Мурашко А.В., 2015

листов 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 2011 г. в работе G.A. Papadopoulos, G. Diakogianni, A. Fokaefs, B. Ranguelov [5]. Основываясь на данном каталоге, выполнен анализ событий на Черноморском побережье Украины и составлен перечень цунами для данной территории.

На рисунке представлена карта с нанесенными очагами соответствующих землетрясений и других причин возникновения волн цунами (нумерация в соответствии с [5]), а в таблице собраны соответствующие данные о каждом цунами отдельно, ниже дано текстовое описание каждого цунами с указанием источника информации.



Карта возникновения цунами на Черноморском побережье Украины:

- – эпицентр землетрясения;
- ▲ – цунами гравитационного происхождения

В современном каталоге цунами используются следующие условные обозначения:

- ID – идентификационный номер;
- YY – год;
- MM – месяц;
- DD – день.

Причини виникнення цунами:  
 ER – подводное землетрясение (submarine earthquake);  
 EA – землетрясение (earthquake-associated);  
 EL – оползень;  
 ES – оползни и обвалы вследствие землетрясения (earthquake marine slide);  
 GS – гравитационное движение (gravitative marine slide).

Таблиця

Цунами Черноморського побережжя України

ID	YY	M M	DD	Cause	Subregion Lat Long	Short Description	K	Rel
						I M H R <sub>цунп</sub>		
№	год	ме- сяц	день	при- чина	координаты	характеристики	12 баллов	досто- вер- ность
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 (3)	103			EA	Крым 44°42' 33°18'	8(+) 7,0(±0,5) n 200		2
2 (6)	1427			ER	Южный берег Крыма 44°24' 34°18'	9(±1) 7,0(±0,5) n 200	7-8	2
3 (8)	1615	06	05	ER	юго-восток Крыма 44°54' 35°30'	7(+) 6.0(±0.5) n 50	3-4	3
4 (9)	1650			ER	Черное и Азовское море 44°42' 33°18'	9(+) 7,0(±0,5) n 50	4-5	3
5 (10)	1802	10	12	EA ES	западный Крым 45°42' 26°36'	9(+) 7,7(±0,3) i 50	3-4	3
6 (11)	1821	11	17	EA	Одесса, Украина 47°00' 29°12'	7(±1) 6,7(±0,7) i 10	3-4	3
7 (12)	1838	01	23	EA	Одесса, Украина 45°42' 26°36'	8(±1) 7.3(±0.3) i 50	5-6	3
8 (13)	1869	11	11	ER	Крым 44°42' 35°00'	7(±1) 6,0(±0,2) n 50	3-4	4
9 (14)	1875	07	25	EA	западное побережье Крыма 44°30' 33°18'	7(±1) 5,5(±0,5) n 10	3-4	3
10 (18)	1927	06	26	ES	Крым 44°24' 34°24'	7(±1) 6.0(±0,1) n 30	3-4	4

*Продолжение табл.*

1	2	3	4	5	6	7	8	9
11 (19)	1927	09	11	ER	Крым 44°18' 34°18'	8(±1) 6,8 n 100	5-6	4
12 (20)	1927	09	16	EA	Крым 44°18' 34°00'	5(±1) 4,9(±0,3) n 30	3-4	4
13 (21)	1939	12	26	ES	Черноморское побережье Турции 39°30' 39°30'	Цунами дошло до Крыма 10(±1) 7,9(±0,1) n 53	3-4	4
14 (22)	1966	07	12	ES	Анапа (Крым) 44°42' 37°12'	7(±1) 5,8(±0,5) n 42	3-4	4
15 (27)	2014	06	26	GS	Одесса, Украина 46°28' 30°46'	Цунами несейсмического происхождения 10-40см	3-4	3

### 1. 103 г. н.э., Севастопольская бухта (Крым).

Упоминания о первом цунами, относят к легенде о святомученике Клименте, которого по приказу императора Рима Трояна, сослали в крымские каменоломни, где впоследствии его умертвили, привязав якорь на шею, бросили его в море 25 ноября 101 года, напротив берега Херсонеса. Верующие молили Бога о даровании им видеть тело угодника, и их молитвы были услышаны. Уже через год в день мучений и блаженной кончины св. Климента море отошло от берега на семь дней, и чтящие память мученика могли по сухому дну моря ходить и поклоняться нетленным мощам угодника.

Никонов А.А. [4], анализируя притчи о St. Clements, а также результаты археологических исследований на территории поселений Севастопольской бухты, предположил, что сильное землетрясение  $M \geq 7$  происшедшее в начале II-го века нашей эры, возможно, в 103 году нашей эры, вызвало волну цунами в заливе. По его оценкам, море отступило на 500 м, а в некоторых местах и на 3-4 км, и что высота волны составила не менее 2 м.

Тем не менее, при составлении Современного каталога цунами G.A. Papadopoulos и др. считают, что недостаточно информации для оценки достоверности и интенсивности цунами.

### 2. 1427, Ялта (Южный берег Крыма).

Анализируя фольклорные источники XV-го века, Никонов А.А. [4] предположил, что очень сильное землетрясение  $M = 7,0 \pm 0,5$  и цунами произошло в 1427 г. на южном побережье Крыма. Несколько деревень было смыто в окрестностях города Ялты, высота подъема воды 2 м. Однако, если действительно «несколько деревень было смыто», то интенсивность цунами недооценена.

**3. 5 июня 1615, Феодосия (юго-восток Крыма).**

На основе армянских летописей, Никонов А.А. [4] упоминает землетрясение  $M = 6,0 \pm 0,5$  и связанное с ним цунами, которое произошло 5 июня 1615 г. на юго-восточном побережье Крыма: «... повышение уровня моря и возвращение к обычному уровню недалеко от города Феодосии». Высота волны – 0,5 до 1,0 м.

**4. 1650, Сиваш (Азовское Море).**

Это было землетрясение ( $M = 7,0 \pm 0,5$ ) и цунами, которое произошло в 1650 в западной части Азовского моря: «Море затопило берег, и соединилось с Сивашем, и вода отступила около *Genichesk* и *Araba*». Высота волны – 0,5-1,0 м.

**5. 12 октября 1802, Евпатория (западный Крым).**

Это было сильное землетрясение средней глубины 7,7 М в зоне Vrancea, Румыния (Constantinescu и Marza.). Землетрясение ощущалось на большой территории от Санкт-Петербурга на севере, до острова Ithaki в Ионическом море на юге, и очень разрушительно в Бухаресте.

Из российских источников Никонов А.А. [4] упоминал землетрясение и цунами: «Большие волны накатывали на город Евпатория, на западном побережье Крыма, в безветренную погоду». Высота волн – 0,5 м.

Причиной, вызвавшей цунами, считается подводный обвал, вызванный землетрясением, так как расстояние до Евпатории приблизительно 750 км, что слишком далеко от эпицентра для образования морской сейсмической волны.

**6. 17 ноября 1821, Одесса (Украина).**

Это было сильное землетрясение  $M = 6,7 \pm 0,7$ , которое нанесло ущерб зданиям в Jassy, Молдавия, и ощущалось в Киеве и других украинских городах, до Tiflis в Грузии. «Море вышло из берегов рядом с городом Одесса больше, чем на 10 см». Землетрясение было классифицировано как средней глубины с эпицентром в зоне Vrancea, Румыния. Тогда снова возникает вопрос о механизме возникновения волны, которая вызвала повышение уровня моря у берегов Одессы на расстоянии приблизительно 440 км от эпицентра. Paradoroulos и др. произвели расчеты для  $M = 6,7$ , и определили максимальные расстояния, на которых могут быть вызваны оползни и обвалы  $R = 80$  км и  $R = 110$  км, соответственно. Эти расстояния слишком малы даже для землетрясений средней глубины, чтобы вызвать подобные разрушения на расстоянии в 440 км от эпицентра.

Возможны две альтернативные версии:

➤ прежде всего, если правильно определен эпицентр, то морская сейсмическая волна – это волна (сейша) вызванная поверхностными сейсмическими волнами морского дна;

➤ вторая версия, эпицентр землетрясения не в зоне Vrancea, а севернее, тогда землетрясение могло вызвать подводный оползень или обвал, что в свою очередь привело к цунами.

**7. 23 января 1838, Одесса (Украина).**

Землетрясение с эпицентром в зоне Вранча, Румыния. Это землетрясение произошло на большом расстоянии от зоны цунами, и было ближе, чем в 1802 г. В Трансильвании дома раскалывались пополам, в стенах образовывались трещины. Никонов А.А. писал: «Большое изменение уровня моря, много судов вынесло на берег Одессы». Интенсивность цунами  $K = 5-6$  по шкале Пападопулоса и Иمامуры.

**8. 11 ноября 1869 г. Судак и Евпатория (Крым).**

Никонов А.А. [4] упоминает мелкое землетрясение ( $M = 6,0 \pm 0,2$ ) и цунами в Крыму: «Город Судак: уровень моря понизился на 2 м и медленно за 10 минут вернулся к начальному уровню. Сильная приливная волна 1 м в районе города Евпатория». Интенсивность цунами  $K = I-III$ . Доценко С.Ф. [2] описал это событие следующим образом: «В результате землетрясения в Ялте, Севастополе и Судаке море было бурное».

**9. 25 июля 1875, западное побережье Крыма.**

Умеренное землетрясение  $M = 5,5 \pm 0,5$  вызвало волнение моря с предполагаемой интенсивностью цунами  $K = I-III$ : «Западное побережье Крыма, вода бурлила и пенилась» [4].

**10. 26 июня 1927, Ялта (Крым).**

Сильное землетрясение с магнитудой 6,0 произошло на подводной скале к югу от Ялты и вызвало местное цунами на южном берегу Крыма. Доценко и Конованов опубликовали данные мареографных станций. Наиболее интенсивным цунами оказалось на морском берегу вблизи Балаклавы, т.е. к западу от очаговой области, и накат шел с юга. У Ялты и Гурзуфа волна была несравненно слабее, возможно, из-за значительно меньшей подвижки на восточном краю очага. У Алушты высота волны, пришедшей с юго-востока, снова возросла до 0,7 м, между тем основной очаг, несомненно, располагался юго-западнее. Такое несоответствие можно понять, если считать, что произошел дополнительный сдвиг по поперечному Алуштинскому разлому.

Значительную волну, высотой не менее 0,5-0,7 м, на пляже в Туапсе (на расстоянии 400 км от очага) можно объяснить прямым распространением через открытое глубокое море.

Анализируя вышесказанное, можно сделать вывод, что цунами 26 июня 1927 г. на южном побережье Крыма вызвано подводным оползнем или обвалом вследствие землетрясения.

**11. 11 сентября 1927, Крым.**

Разрушительное землетрясение магнитудой 6,5 произошло в Автономной Республике Крым. Эпицентр был расположен на склоне желоба Черного моря, в 20 км к юго-востоку от г. Ялта. Результаты наблюдений за уровнем моря представлены в [5].

Изменения нормального состояния уровня моря у Крымских берегов отмечалось еще до главного землетрясения в виде мелкой зыби, «кипения моря» и необычайно крупного волнения без всякого ветра. Необычные волны при штиле (прибой разной степени), наблюдались в раз-

ных местах и после сильных толчков. За ними и некоторыми слабыми последующими толчками (с очагами у Севастополя, Балаклавы, Судака) следовали отход воды от берега и накаты одиночных волн на берег (цунами), величина которых в общем оказывалась пропорциональной силе толчков, отмеченных в той же области. Изменения уровня в отмеченных случаях обычно не превышали 0,25-0,5 м.

Помимо цунами, по-видимому, имели место сравнительно медленные возвратные изменения уровня, связанные с движениями земной поверхности или коры: «В момент главного толчка всюду на южном берегу от Судака до Севастополя море немного отхлынуло от берегов, а затем затопило пляж». Можно считать, что это результат подвижки вдоль берегового участка дна вниз относительно суши, что сопровождало землетрясение, очаг которого был вытянут вдоль берега на ялтинском участке.

Землетрясение сопровождалось цунами, записанном на мареограммах, с высотой: 39 см в Евпатории, 35 см в Ялте, 23 см в Севастополе, 18 см в Новороссийске и Туапсе, и 20 см в Батуми. Землетрясение также сопровождалось столбами огня в море (предположительно горение метана) и выделением сероводорода с глубин 120-200 м.

#### **12. 16 сентября 1927, южное побережье Крыма.**

Афтершок, величиной 4,9 после толчка, 12 сентября 1927 г. вызвал падение уровня морской воды, а затем рост, более чем на 0,3 м в бухте Балаклава. Интенсивность этого цунами оценивается  $K = II$ .

#### **13. 26 декабря 1939, Фатса (Черноморское побережье Турции).**

Это землетрясение ( $M = 7,9$ ) произошло в 23:57 по Гринвичу 26 декабря 1939 г. Это было одно из крупнейших землетрясений за всю историю инструментальных наблюдений в восточном Средиземноморье. Погибло около 35000 человек. Землетрясение ощущалось в эллиптической зоне с радиусами 1300 и 600 км. Образовалась зона разлома шириной 15 км.

Один из очевидцев цунами писал, что в г. Фатса, к востоку от Синопа, хотел нырнуть в море, инстинктивно, во время землетрясения, но он был не в состоянии добраться до моря, потому что оно отступило на 50 м. Через некоторое время, когда море вернулось, затопило побережье на 20 м. Цунами пересекло Черное море и было зарегистрировано мареографами в Севастополе высотой 50 см, а также в Новороссийске (53 см), в Туапсе (40 см).

#### **14. 12 июля 1966, Анапа (Крым).**

Причиной цунами стало землетрясение ( $M = 5,8$ ), которое произошло в 10 км от берега Анапы на глубине 55 км. Можно заметить, что самая большая амплитуда 42 см – в Геленджике, в 50 км к югу, и 10 см – в Феодосии в 60 км. Такие расхождения в записях объясняются сейшмами и волнением моря.

### 12. 26 июля 2014, Одесса.

Цунами произошло на побережье Черного моря в г. Одесса. Это цунами носило локальный характер. Наблюдалось повышение уровня моря 26.07.2014 г. в 12 час. 50 мин. на береговой линии длиной до 10 км между мысом Большой Фонтан и гидротехническими сооружениями мыса г. Ильичевск. Наблюдалось две волны. Высота волн 10-40 см, определялась визуально по имеющимся видеосъемкам. 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-бальной шкале.

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

- атмосферное возмущение (метеоцунами) – цунами произошло вследствие 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 1927 г., 1838 г., 1821 г. Событие 1927 г. произошло вследствие сильного Ялтинского землетрясения, при котором образовались волны цунами, которые дошли до берегов Одессы. Причинами возникновения волн цунами в 1821 г. и 1838 г. считают морские оползни, которые образовались вследствие землетрясений с очагом в зоне Вранча. Однако в своей работе G.A. Papadopoulos, G. Diakogianni, A. Fokaefs, 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

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

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



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

г) анализируя повторяемость и низкую интенсивность цунами, можно сделать вывод, что опасность цунами на Черноморском побережье Украины является от низкой до умеренной, но ею нельзя пренебрегать.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Григориш 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. – 174 с.
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)

Стаття надійшла до редакції 16.03.2015

### Рецензенти:

кандидат географічних наук, доцент кафедри «Інженерні конструкції та водні дослідження» Одеського національного морського університету **Г.М. Андрєєвська**

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри «Металеві, дерев'яні та пластмасові конструкції» Одеської державної академії будівництва та архітектури **А.Н. Арсирій**