

## Оценки необходимости и возможности раннего предупреждения о цунами на побережье Черного моря

Катастрофическое цунами 26 декабря 2004 г. в Юго-Восточной Азии показало необходимость создания систем предупреждения о цунами в тех районах Мирового океана, где они не созданы, но существует потенциальная угроза генерации цунами. К такому региону относится Черное море. Дана общая характеристика цунамиопасности Черноморского региона, наиболее вероятных зон генерации и особенностей распространения цунами, параметров цунами по данным наблюдений и результатам численного моделирования. Обсуждается возможность раннего предупреждения о цунами на основе оперативных данных с существующих в регионе гидromетеорологических и сейсмологических наблюдательных сетей.

**Введение.** В Азово-Черноморском регионе неоднократно наблюдались опасные гидromетеорологические природные явления с ощутимыми экономическими потерями для черноморских государств [1 – 3]. Оценки риска, прогнозирование и своевременное предупреждение о возникновении таких событий приобрели особую остроту в настоящее время из-за роста инфраструктуры вдоль морского побережья, расширения освоения минеральных и рекреационных ресурсов, необходимости обеспечения безопасности транспортных потоков через Черное море и поддержания экологического режима региона.

Цунами – одно из опасных природных явлений Черноморского региона. Оно представляет собой длинные волны на поверхности моря, вызванные землетрясениями, подводными оползнями, взрывами вулканов, атомными взрывами, интенсивными процессами в атмосфере (метеоцунами) и другими внешними факторами [4]. Вдали от берега волны имеют большую длину (десятки – сотни км), малую высоту ( $\approx 1$  м) и не представляют опасности. У берега, в бухтах и устьях рек происходит аккумуляция волновой энергии, приводящая к образованию опасных волн-наводнений.

Повторяемость цунами в Черном, Азовском и Мраморном морях составляет десятки и сотни лет, что значительно ниже, чем в Тихом океане, Карибском регионе или Средиземном море. В то же время исторические данные не позволяют исключить сейсмическую или метеорологическую генерацию в этих морях сильных цунами и сгонно-нагонных колебаний уровня моря большой амплитуды [1, 5 – 8].

Снижению потерь от аномальных колебаний уровня моря вдоль побережья Черного моря может помочь создание региональной системы раннего предупреждения о цунами. Катастрофическое цунами 26 декабря 2004 г., вызванное подводным землетрясением с магнитудой  $M = 9,0$  в районе о. Суматра, показало необходимость создания систем раннего предупреждения о цунами в тех районах Мирового океана, где их нет, но существует потенциальная опасность возникновения этого явления. К числу таких регионов относятся, в частности, Средиземное и Черное моря, на долю которых по мировой статистике приходится 25% от общего числа всех цунами.

Для снижения возможных негативных последствий сильных цунами в районах, не охваченных существующими системами предупреждения о цунами, в июне 2005 г. на Ассамблее МОК ЮНЕСКО в Париже принято решение о создании Межправительственной координационной группы по системе раннего предупреждения и уменьшения последствий цунами в Северо-Восточной Атлантике, Средиземном море и прилегающих морях (*ICG/NEAMTWS*). Черное море входит в зону интересов этой группы. Ее сессии состоялись в ноябре 2005 г. в Риме [9], в мае 2006 г. в Ницце [10] и в феврале 2007 г. в Бонне [11].

Деятельность Межправительственной координационной группы направлена на разработку улучшенных показателей определения опасности и последствий цунами, повышение эффективности оповещения стран об опасности цунами на основе сейсмологических данных, информации о колебаниях уровня моря и результатов численных прогнозов, а также на улучшение международного обмена информацией. Предполагается использование уже функционирующих в регионах сетей гидрометеорологических и сейсмологических станций в качестве основных элементов системы.

Ниже обсуждается комплекс вопросов, касающихся предпосылок для создания системы раннего предупреждения о цунами в Черном море, имеющих для этого возможностей и некоторых требований к наблюдательной системе с учетом специфики региона.

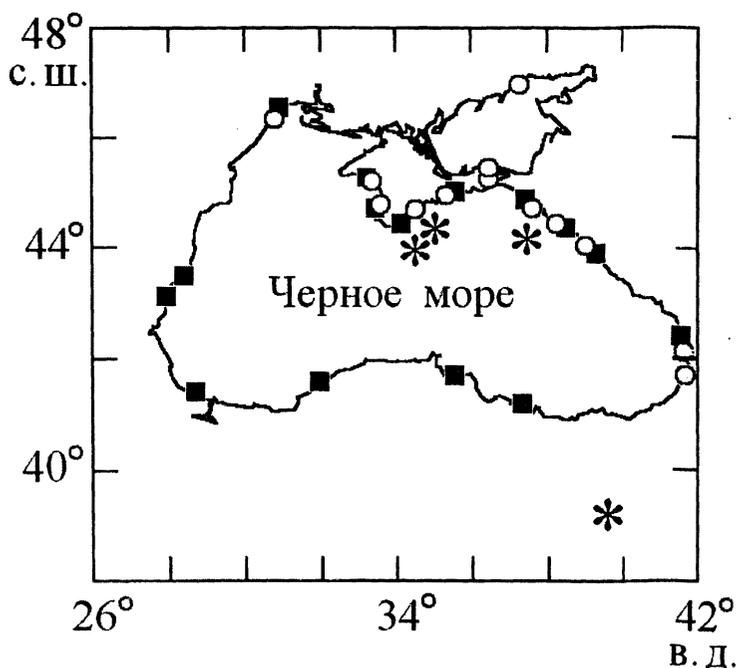
**Общая характеристика цунамиопасности Черного моря.** Целенаправленные исследования сейсмичности региона и связанной с ней цунамиопасности проводятся всеми черноморскими государствами. Численные модели распространения волн цунами в Черном море разрабатываются в Болгарии, России, Турции и Украине.

Черноморские цунами можно условно разделить на две группы. Первая из них включает 15 событий, которые не были зарегистрированы инструментально, но описаны очевидцами, отражены в летописях и легендах как значимые события для прибрежных районов моря. Во вторую группу входят цунами, которые были зарегистрированы мареографами. Обобщенные данные о проявлениях исторических цунами вдоль побережья Черного моря представлены на рис. 1 [6, 7, 12 – 18]. В некоторых прибрежных пунктах цунами наблюдались неоднократно.

Наибольший интерес для оценки параметров представляют те черноморские цунами, которые были зарегистрированы инструментально [14 – 18]. Они вызваны четырьмя цунамигенными землетрясениями, обобщенные характеристики которых приведены в [19], а положения эпицентров показаны на рис. 1: подводными землетрясениями 26.06.1927 г. и 11.09.1927 г. у Южного берега Крыма с магнитудами  $M = 5,5$  и  $6,5$  соответственно, разрушительным сухопутным землетрясением 26.12.1939 г. ( $M = 7,9 - 8,0$ ) на территории Турции (Эрзинджан), подводным землетрясением 12.07.1966 г. ( $M = 5,8$ ) в районе Анапы.

Воздействию цунами подвергались все участки побережья Черного моря (рис. 1). Некоторые цунами, например событие 1939 г., генерировались землетрясениями на суше. Максимальные высоты зарегистрированных цунами

по мареографическим данным не превысили 0,52 м. В то же время исторические свидетельства говорят о том, что цунами в районах Сухуми (20 г.), Севастополя (103 г.), Варны (543 г.), пролива Босфор (557 г.), Евпатории (1341 г.), Фороса (1427 г.), на севере Турции (1598 г.) и у восточного побережья Черного моря (1909 г.) носили разрушительный характер с высотами волн до 2 – 3 м [1, 6]. Колебания уровня моря у берега во время этих событий приводили к затоплению обширных территорий, нарушению хозяйственной деятельности, сопровождались ощутимыми негативными последствиями.

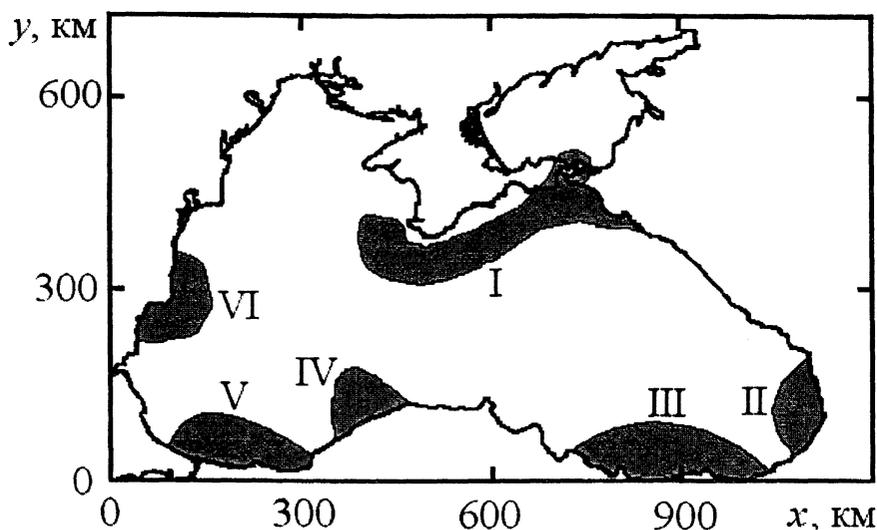


Р и с. 1. Пункты побережья Черного моря, в которых наблюдалось цунами: ■ – цунами, описанные очевидцами, а также в легендах и древних рукописях; ○ – пункты инструментальной регистрации цунами; \* – положения эпицентров цунамигенных землетрясений, для которых произведена регистрация колебаний уровня во время цунами

Таким образом, данные об исторических цунами в Черном море указывают на возможность сейсмической генерации здесь сильных цунами, хотя повторяемость таких событий составляет десятки – сотни лет. Длительный период сейсмического затишья, наблюдающийся в настоящее время в регионе, означает рост вероятности возникновения сильных землетрясений и сопутствующих им цунами.

**Возможные источники генерации цунами в Черном море.** Основным источником генерации черноморских цунами являются землетрясения под дном моря и в обрамляющих Черноморскую котловину структурах. Анализ исторических цунами и сейсмоактивности региона [20, 21] позволяет выделить зоны I – VI, показанные на рис. 2, в качестве наиболее вероятных районов сейсмической генерации черноморских цунами. Для украинского участ-

ка побережья наибольшую опасность представляют цунами, генерируемые в Южнобережно (Крымско)-Кавказской сейсмической зоне I. В зонах региона II –VI очаги возбуждения цунами могут охватывать как участки дна, так и прибрежные участки суши. Такие сценарии возбуждения цунами практически не позволяют оперативно реагировать на опасность цунами.



Р и с. 2. Наиболее вероятные зоны I – VI сейсмической генерации цунами в бассейне Черного моря

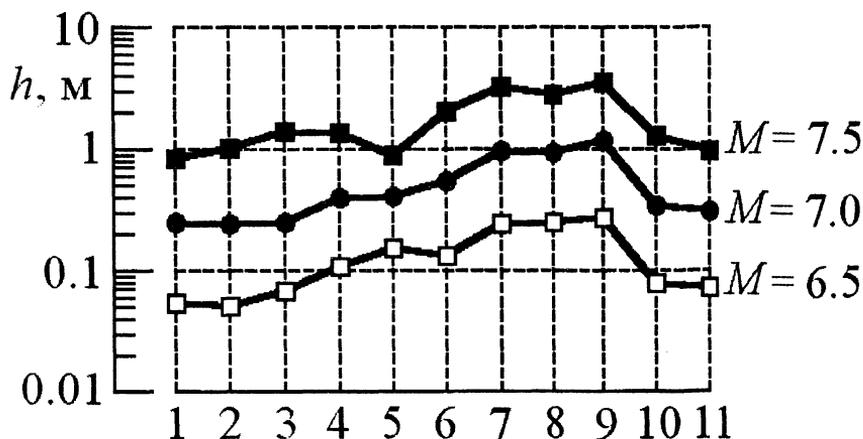
Нельзя исключить также возможность генерации черноморских цунами мощными подводными оползнями, инициированными землетрясениями в регионе. Косвенным подтверждением такой возможности является то обстоятельство, что в одних и тех же пунктах Черноморского побережья наблюдались цунами близкой интенсивности, хотя они были вызваны землетрясениями с эпицентрами в удаленных друг от друга районах Черноморского бассейна [18]. Одна из вероятных зон оползневой генерации цунами – Кавказское побережье Черного моря, например в районе м. Утриш, где обнаружены мощные подводные оползневые участки [8].

Геологические структуры Южного берега Крыма не позволяют исключить из рассмотрения обвалы скал и береговые оползни как потенциальные источники возбуждения локальных цунами. В Европе генерация разрушительных цунами таким способом наблюдалась 07.04.1934 г. в Норвегии [22] и 09.10.1963 г. в Италии [4].

Керченско-Таманская область – одна из зон развития грязевого вулканизма, которая по масштабам проявления занимает второе (после Азербайджана) место в мире [23]. Известно [24], что взрывы вулканических островов и эксклюзивные (взрывные) извержения подводных вулканов способны генерировать морские волны, которые по разрушительной силе не уступают цунами сейсмотектонического происхождения. Очевидно, что взрывы грязевых вулканов в силу их относительно низкой мощности вряд ли могут эффективно генерировать волны цунами в Азово-Черноморском регионе.

**Численные оценки интенсивности черноморских цунами.** Высоты зарегистрированных цунами не превысили 0,52 м, что можно объяснить малой магнитудой вызвавших их землетрясений. Для оценки высот волн при более сильных землетрясениях необходимо проведение вычислительных экспериментов. Численное моделирование цунами в Черном море проводится океанологами Болгарии, России, Турции и Украины. Вычислительные эксперименты опираются на численное решение эволюционных уравнений длинных волн [25 – 27]. Реакция моря на подводное землетрясение задается в форме локального поднятия уровня, например, эллиптической формы, оси которого и максимальное смещение уровня моря определяются через магнитуду  $M$  подводного землетрясения по эмпирическим соотношениям [28, 29].

На рис. 3 приведены распределения найденных численно высот волн цунами вдоль побережья Южного берега Крыма при различных магнитудах  $M$  подводного землетрясения [30]. Расчеты выполнены для эллиптического очага генерации цунами, положение которого соответствует цунами 11 – 12.09.1927 г., а большая ось ориентирована вдоль изобат. Максимальный подъем уровня наблюдается на ближайшем к зоне генерации участке берега (район Ялты). При магнитудах землетрясения  $M=6,5$ ; 7,0 и 7,5 подъемы уровня у берега достигают соответственно 0,27; 1,21 и 3,58 м. Таким образом, можно говорить о повышенной цунамиопасности для южного побережья Крымского п-ова при подводных землетрясениях с магнитудами  $M=7,0$  и более.



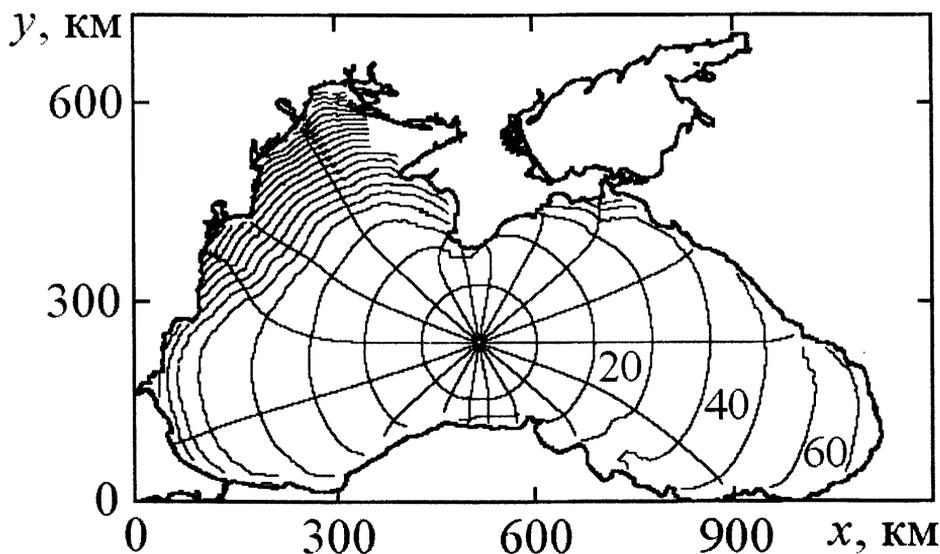
Р и с. 3. Максимальные подъемы уровня моря  $h$  (м), вызванные цунами в пунктах 1 – 11 южного побережья Крымского п-ова при различных магнитудах  $M$  подводного землетрясения: 1 – м. Херсонес, 2 – м. Фиолент, 3 – м. Сарыч, 4 – Алушка, 5 – м. Айтодор, 6 – Ялта, 7 – Гурзуф, 8 – Алушта, 9 – м. Башенный, 10 – Новый Свет, 11 – м. Меганом

В планах создания системы раннего предупреждения о цунами в Северо-Восточной Атлантике, Средиземном море и прилегающих морях вопросам численного моделирования и анализа возможных сценариев развития цунами уделено значительное внимание [10]. В частности, предлагается подобрать набор исторических цунами, которые наиболее пригодны для валидации численных моделей.

Важна и наиболее сложна для численного моделирования пока еще не решенная для Черного моря задача о затоплении берега (вертикальных заплесках волн) при накате на него цунами различной интенсивности. Для этого требуется разработка соответствующей региональной численной модели, знание рельефа дна и топографии берега вблизи береговой черты [31].

**Оценки времени, необходимого для предупреждения о цунами.** В настоящее время опасность возникновения цунами оценивается соответствующими службами по магнитуде произошедшего землетрясения. Как правило, пороговое значение магнитуды  $M$  равно 6 – 7. Также учитывается положение эпицентра землетрясения относительно цунамигенных зон региона, как это делается при оценке уровня цунамиопасности в тихоокеанских региональных системах предупреждения о цунами России и Японии.

Для расчета времени пробега цунами из зоны генерации до различных пунктов побережья Черного моря обычно применяется лучевая модель распространения длинных волн, оперирующая с волновыми лучами и фронтами [19]. Типичная карта рефракции цунами в Черноморском бассейне представлена на рис. 4. Время распространения волн из точечного сейсмического источника генерации через Черное море в зональном направлении составляет около 130 мин, в меридиональном направлении время распространения в центральной части бассейна приблизительно равно 40 мин. Наконец, время распространения волн цунами до Южного берега Крыма составляет всего 5 – 10 мин, если эпицентр цунамигенного землетрясения располагается в Крымской сейсмоактивной зоне (западная часть зоны I на рис. 2).



Р и с. 4. Системы лучей и волновых фронтов для цунами, распространяющегося из точечного сейсмического источника (у волновых фронтов указано время распространения волн из источника генерации в минутах)

Таким образом, эффективность предупреждения о цунами в Черном море в значительной степени зависит от заблаговременности получения сигнала о событии в различных пунктах морского побережья. Весьма сомнительно, что можно принять эффективные оперативные меры по снижению негативных последствий цунами на ближайшем к очагу цунами морском побережье, особенно если зона сейсмической генерации захватывает сухопутные участки побережья. Тем не менее оповещение о цунами за 1 – 2 ч на удаленных от зоны генерации участках побережья Черного моря позволяет принять эффективные меры по защите населения и снижению возможного ущерба от опасного природного явления.

Оптимальное решение задачи по уменьшению негативных последствий цунами в условиях дефицита времени – принятие превентивных и научно обоснованных мер по защите населения, инфраструктуры, портов и гидротехнических объектов в прибрежных районах Черного моря. Это означает необходимость учета потенциальной опасности цунами и родственных им интенсивных сгонно-нагонных колебаний уровня моря в планах экономического развития прибрежных районов черноморских государств.

**Сети гидрометеостанций и сейсмостанций Черноморского региона.** Создание системы раннего предупреждения о цунами в Европе предполагает использование уже действующих наблюдательных сетей. В настоящее время функционируют наблюдательные сети, осуществляющие мониторинг гидрометеорологической ситуации и сейсмической активности Черноморского региона.

По данным работы [32], сеть гидрометеостанций и постов, на которых проводятся наблюдения за уровнем Черного моря, в настоящее время насчитывает 30 станций (рис. 5), из которых 13 принадлежат Украине (не считая пунктов, расположенных в устьях рек и в лиманах, непосредственно не связанных с морем), 5 – России, 4 – Болгарии, 3 – Румынии, 3 – Турции, 2 – Грузии. В среднем на 120 км береговой линии приходится одна станция. Станции располагаются очень неравномерно. Самый густой участок сети находится на западном побережье моря и включает половину всех станций, самый редкий – на южном (Турецком) побережье Черного моря (3 станции). Тем не менее сеть станций в Черном море относится к одной из самых густых наблюдательных сетей для внутренних морей.

Дискретность наблюдений зависит от разряда станции. Стандартная дискретность составляет 3 ч. На ряде станций ведутся непрерывные записи изменений уровня. В оперативном режиме информация передается 2 – 4 раза в сутки, но также производится ежечасное снятие информации об уровне моря. При достижении критических значений уровня, которые для каждого поста свои, могут производиться учащенные наблюдения с дискретностью 1 – 3 ч.

Существующая сеть гидрометеорологических постов может быть использована в системе раннего оповещений о цунами и ряде других опасных гидрометеорологических явлений в акватории Черного моря. Однако в силу относительной кратковременности самого явления цунами (до 1,5 ч) и сравнительно малой протяженности Черноморского бассейна, особенно в широтном направлении, необходима иная по сравнению с применяемой в Тихом океане методология интеграции этой локальной сети в наблюдательную европейскую систему.



Р и с. 5. Существующие сети гидрометеорологических и сейсмологических (украинских) станций в Черноморском регионе

В настоящее время сейсмологическая сеть юга Украины включает 7 региональных сейсмостанций (рис. 5). Сеть является односторонней по отношению к Черноморскому бассейну, что снижает точность определения эпицентров землетрясений, особенно на удаленных от Крыма участках морского бассейна. Точное определение эпицентров землетрясений в Черном море выполняется в последующем в международных центрах данных с использованием информации с сейсмостанций других стран, тем самым затруднено оперативное определение параметров цунамигенных землетрясений.

**Заключение.** Цунами в Черном море – сравнительно редкое природное явление, повторяемость которого составляет десятки – сотни лет. Тем не менее отмечено более 20 событий за последние две тысячи лет, которые можно отнести к этому явлению. Цунами наблюдались практически вдоль всего побережья Черного моря. Они генерировались как подводными землетрясениями, так и землетрясениями на суше. Для четырех землетрясений региона волны зарегистрированы инструментально. Максимальные высоты цунами по мареографическим данным не превысили 0,52 м. В то же время исторические свидетельства говорят о том, что некоторые цунами древних времен носили разрушительный характер. Колебания уровня моря у берега во время этих событий приводили к затоплению территорий и нарушению хозяйственной деятельности. Длительный период сейсмического затишья, который отмечается сейчас, означает увеличение вероятности возникновения сильных землетрясений и сопутствующих им цунами в регионе. Поэтому есть все основания для включения Черного моря в зону, подконтрольную европейской системе раннего предупреждения о цунами.

Вычислительные эксперименты в рамках теории длинных волн, проведенные для исторических и вероятных положений сейсмических источников, показали возможность генерации опасных цунами, интенсивность которых

определяется магнитудой подводных землетрясений и положением зоны сейсмической генерации волн. Можно говорить о реальной цунамиопасности для южного побережья Крымского п-ова при подводных землетрясениях в Крымской сейсмоактивной зоне с магнитудами более 7,0.

Время пробега цунами через Черное море в зональном направлении составляет около 130 мин, в меридиональном направлении оно приблизительно равно 40 мин. Время распространения цунами до Южного берега Крыма оценивается в 5 – 10 мин, если сейсмический источник располагается в Крымской сейсмоактивной зоне. Вряд ли возможно принятие оперативных мер по снижению негативных последствий цунами на ближайшем к очагу цунами морском побережье. Наихудшая ситуация соответствует случаю, когда зона сейсмической генерации захватывает сухопутные участки побережья. Вместе с тем оповещение о цунами за 1 – 2 ч на удаленных от зоны генерации участках побережья Черного моря позволяет принять эффективные меры по снижению возможного ущерба от опасного природного явления. Необходим учет потенциальной опасности цунами и родственных им интенсивных сгонно-нагонных колебаний уровня моря в планах экономического развития прибрежных районов черноморских государств.

В Черноморском регионе действуют гидрометеорологическая и сейсмологическая наблюдательные сети, которые могут быть интегрированы в европейскую сеть раннего предупреждения о цунами. Их эффективное использование для оперативного предупреждения о цунами в Черном море возможно при объединении локальных измерительных сетей черноморских государств в единые международные сети. Очевидно, необходима разработка методик использования данных наблюдательных сетей для оперативного детектирования и мониторинга сейсмоактивности и опасных морских явлений в Черном море.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шнюков Е.Ф., Митин Л.И., Цемко В.П. Катастрофы в Черном море. – Киев: Манускрипт, 1994. – 296 с.
2. Доценко С.Ф., Еремеев В.Н. Состояние и перспективы исследований природных катастроф Азово-Черноморского бассейна // Фундаментальные и прикладные проблемы мониторинга и прогноза стихийных бедствий. – Киев: Изд-во Общества «Знание», 1999. – 1. – С. 87 – 95.
3. Доценко С.Ф., Сперанская Ю.Ю. Общая характеристика природных катастрофических явлений Азово-Черноморского региона // Физические проблемы экологии (физическая экология). – М.: МГУ. – 2002. – № 10. – С. 85 – 100.
4. Мурти Т.С. Сейсмические морские волны цунами. – Л.: Гидрометеоиздат, 1981. – 447 с.
5. Соловьев С.Л. Средиземноморские цунами и их сопоставление с тихоокеанскими цунами // Изв. РАН. Физика Земли. – 1989. – № 11. – С. 3 – 17.
6. Никонов А.А. Повторяемость цунами на берегах Черного и Азовского морей // Там же. – 1997. – 33, № 1. – С. 86 – 96.
7. Соловьева О.Н., Доценко С.Ф., Кузин И.П. и др. Цунами в Черном море: исторические события, сейсмические источники и закономерности распространения // Океанология. – 2004. – 44, № 5. – С. 679 – 685.
8. Хромовских В.С., Никонов А.А. По следам сильнейших землетрясений. – М.: Наука, 1984. – 144 с.
9. First session of Intergovernmental coordination group for the tsunami early warning and mitigation system in the North Eastern Atlantic, the Mediterranean and connected seas (ICG/NEAMTWS). Rome, Italy, 21 – 22 November, 2005. – UNESCO, IOC, 2005. – 67 p.
10. Second session of Intergovernmental coordination group for the tsunami early warning and mitigation system in the North Eastern Atlantic, the Mediterranean and connected seas (ICG/NEAMTWS). Nice, France, 22 – 24 May, 2006. – UNESCO, IOC, 2006. – 21 p.

11. *Third session of Intergovernmental coordination group for the tsunami early warning and mitigation system in the North Eastern Atlantic, the Mediterranean and connected seas (ICG/NEAMTWS). Bonn, Germany, 7 – 9 February, 2007. – UNESCO, IOC, 2007. – 81 p.*
12. *Соловьева О.Н., Кузин И.П. Сейсмичность и цунами северо-восточной части Черного моря // Океанология. – 2005. – 45, № 6. – С. 826 – 840.*
13. *Altinok Y., Ersoy S., Yalçiner A.C. et al. Historical tsunamis in the Sea of Marmara // International Tsunami Symposium. – Seattle, Washington, August 7 – 10, 2001. – Proceeding, 2001. – P. 527 – 534.*
14. *Григораш З.К. Черноморские цунами 1927 г. по мареографическим записям // Тр. МГИ АН СССР. – М.: АН СССР, 1959. – 17. – С. 59 – 67.*
15. *Григораш З.К., Корнева Л.А. Волны цунами, сопровождавшие Анапское землетрясение 12 июля 1966 г. // Океанология. – 1969. – 9, вып. 6. – С. 988 – 995.*
16. *Григораш З.К. Обзор удаленных мареограмм некоторых цунами в Черном море // Тр. СахКНИИ ДВО АН СССР. – Ю.-Сахалинск: СахКНИИ, 1972. – Вып. 29. – С. 271 – 278.*
17. *Григораш З.К., Корнева Л.А. Мареографические данные о цунами в Черном море при Турецком землетрясении в декабре 1939 г. // Океанология. – 1972. – 12, вып. 3. – С. 417 – 422.*
18. *Доценко С.Ф., Ингерев А.В. Характеристики черноморских цунами по данным измерений // Морской гидрофизический журнал. – 2007. – № 1. – С. 21 – 31.*
19. *Доценко С.Ф. Черноморские цунами // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. – 1994. – 30, № 4. – С. 513 – 519.*
20. *Чекунов А.В. Сейсмическая эмиссия и разноэтажная тектоника в Черноморском регионе // Докл. АН УССР. Сер. Б. – 1990. – № 11. – С. 27 – 31.*
21. *Пустовитенко Б.Г., Кульчицкий В.Е. Сейсмичность Черноморской впадины // Геофизический журнал. – 1991. – № 3. – С. 14 – 19.*
22. *Harbitz C. Numerical simulation of slide generated water waves // Sci. Tsunami Hazards. – 1991. – 9, № 1. – P. 15 – 22.*
23. *Шнюков Е.Ф., Гнатенко Г.И., Нестеровский В.А. и др. Грязево-вулканизм Керченско-Таманского региона. – Киев: Наук. думка, 1992. – 200 с.*
24. *Левин Б.В., Носов М.А. Физика цунами и родственных явлений в океане. – М.: Янус-К, 2005. – 360 с.*
25. *Доценко С.Ф., Коновалов А.В. Цунами 1927 г. в Черном море: данные наблюдений, численное моделирование // Морской гидрофизический журнал. – 1995. – № 6. – С. 3 – 16.*
26. *Yalçiner A., Pelinovsky E., Talipova T. et al. Tsunami in the Black Sea: comparison of the historical, instrumental and numerical data // J. Geophys. Res. – 2004. – 109, № C12023. – 13 p.*
27. *Куркин А.А. Нелинейная и нестационарная динамика длинных волн в прибрежной зоне. – Н. Новгород: Нижегород. гос. техн. ун-т, 2005. – 330 с.*
28. *Пелиновский Е.Н. Нелинейная динамика волн цунами. – Горький: ИПФ АН СССР, 1982. – 226 с.*
29. *Уломов В.И., Полякова Т.П., Шумилина Л.С. и др. Опыт картирования очагов землетрясений // Сейсмичность и сейсмическое районирование Северной Евразии. – М.: ИФЗ РАН, 1993. – Вып. 1. – С. 99 – 108.*
30. *Доценко С.Ф. Оценки параметров волн цунами вдоль южного побережья Крымского полуострова // Морской гидрофизический журнал. – 2005. – № 3. – С. 3 – 10.*
31. *Шокин Ю.И., Чубаров Л.Б., Марчук Ан.Г. и др. Вычислительный эксперимент в проблеме цунами. – Новосибирск: Наука, 1989. – 167 с.*
32. *Горячкин Ю.Н., Иванов В.А. Уровень Черного моря: прошлое, настоящее и будущее. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2006. – 210 с.*

Морской гидрофизический институт НАН Украины,  
Севастополь

Материал поступил  
в редакцию 06.04.07

ABSTRACT Disastrous tsunami on December 26, 2004 in the South-East Asia showed necessity of creating tsunami early-warning system in the regions of the World Ocean where such systems are absent in spite of potential danger of tsunami generation. The Black Sea is among such regions. General description of tsunami hazard in the Black Sea region, most probable zones of its generation, peculiarities of its propagation and tsunami parameters are given based on field observations and numerical modeling. Possibility of tsunami early warning using the operative data provided by the existing regional hydro-meteorological and seismological observation sets is discussed.