

С.Ф. Доценко, В.А. Иванов

Морской гидрофизический институт НАН Украины, г. Севастополь

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ МОНИТОРИНГА ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ МОРСКИХ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СОБЫТИЙ В АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОМ РЕГИОНЕ

Изложены принципы функционирования систем мониторинга природной среды и экологического мониторинга в Украине в частности. Обсуждается возможность использования для мониторинга экстремальных морских и геофизических явлений существующих гидрометеорологической и сейсмологической сетей наблюдения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *Азово-Черноморский регион, морские природные катастрофы, мониторинг, прогнозирование, системы раннего предупреждения о цунами.*

Введение. В Азово-Черноморском регионе неоднократно наблюдались экстремальные проявления гидрометеорологических природных явлений [1 – 4]. Предупреждения о возможном возникновении таких событий в регионе в последние годы приобрели особую остроту, вследствие роста инфраструктуры и плотности населения вдоль Черноморского побережья, активизации освоения минеральных ресурсов, расширения рекреационной деятельности, наконец, усиления транспортных потоков через акваторию моря. Необходимы эффективные методы контроля гидрометеорологического и экологического состояния природной среды в регионе.

Ниже обсуждаются общие проблемы мониторинга экстремальных морских природных явлений в регионе. Рассмотрен вопрос о перспективах разработки системы предупреждения о цунами в Черном море, как элемента единой европейской системы раннего предупреждения о цунами.

Мониторинг экстремальных природных морских явлений. Под мониторингом природной среды понимается комплекс выполняемых по научно-обоснованным программам наблюдений, оценок состояния, прогнозов и разрабатываемых на их основе рекомендаций и вариантов управленческих решений различного уровня, необходимых для обеспечения управления состоянием окружающей природной среды и экологической безопасностью региона.

Укрупненная схема организации мониторинга экстремальных природных явлений представлена на рисунке. Мониторинг опасного природного явления включает оперативное получение информации о явлении, о вызывающих его внешних воздействиях и о влияющих на него факторах, анализ оперативно получаемой информации, математическое прогнозирование явления с использованием современных вычислительных средств и методов, сопоставление результатов моделирования с данными наблюдений. В тех случаях, когда протекание реального события и прогностические оценки не указывают на его дальнейшее усиление и существенные негативные по-

следствия, система мониторинга переходит в пассивный режим контроля явления.

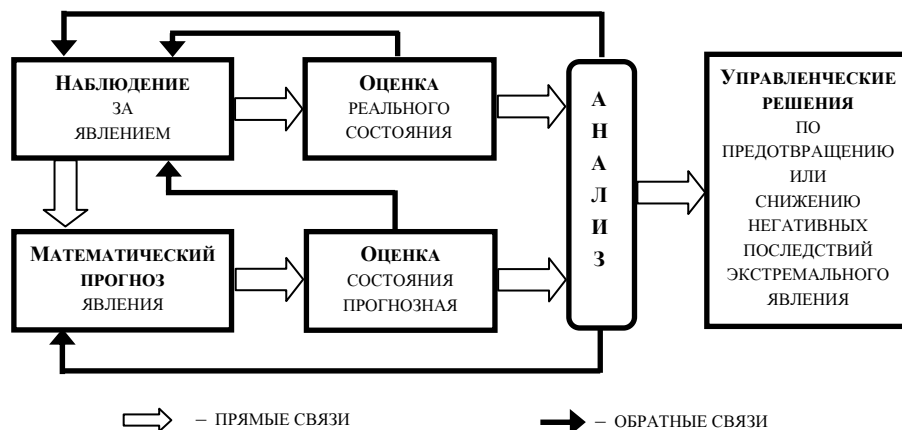


Рисунок. Принципиальная схема организации мониторинга экстремального природного явления с прямыми и обратными связями.

В процессе мониторинга, в зависимости от характера протекания природного явления и прогноза развития события, необходима коррекция параметров мониторинга и данных математического моделирования. Если анализ происходящего экстремального природного явления и его прогноз указывают на реальную опасность события для населения, объектов экономики и экологического режима региона, осуществляется переход системы в управленческий режим. В этом случае оперативно разрабатываются (или используются ранее подготовленные) мероприятия и реализуются превентивные меры по снижению негативных последствий экстремального природного явления.

Создание универсальной системы мониторинга опасных природных явлений и процессов различного генезиса (геофизические, геологические, метеорологические, гидрологические, космические и др. катастрофы) в настоящее время не представляется возможным. Сейчас в различных странах мира (Россия, США, Япония, Канада, Индия и др.) функционируют центры, предназначенные для мониторинга тайфунов, цунами, наводнений, землетрясений, селей и др. опасных природных явлений.

В Украине проводятся работы по созданию Государственной системы экологического мониторинга окружающей среды. Экологический мониторинг – это информационная система наблюдений, оценивания и прогноза изменений состояния окружающей среды, созданная с целью выделения антропогенной составляющей таких изменений на фоне естественных природных процессов.

Система экологического мониторинга должна накапливать, систематизировать и анализировать информацию, касающуюся:

- состояния окружающей среды;
- причин происходящих и вероятных изменений состояния среды (источники и факторы воздействия);
- допустимости изменений и нагрузок на среду в целом;

– существующих резервов биосферы, ассимиляционной емкости экосистемы.

Следует иметь в виду, что сама система экологического или иного мониторинга среды не включает каких-либо действий по управлению качеством среды, но является источником научно-обоснованной информации и рекомендаций, необходимых для принятия экологически значимых решений.

Важным элементом экологического мониторинга является экологическая экспертиза. Она имеет целью выявление и предупреждение возможных неблагоприятных социально-экономических и экологических последствий для региона, вызванных планируемой человеческой деятельностью, включая добычу минеральных ресурсов на суше и в море, строительством гидротехнических объектов, портов, плотин и др.

Зарубежный опыт свидетельствует о высокой экономической эффективности экологической экспертизы. Агентство по охране среды США осуществило выборочный анализ заключений о воздействии на среду. В половине исследованных случаев отмечено снижение общей стоимости проектов за счет осуществления конструктивных природоохранных мероприятий. По данным Международного банка реконструкции и развития, возможное повышение стоимости проектов, связанное с проведением оценки воздействия на среду и последующим учетом в рабочих проектах экологических ограничений, окупается в среднем за 5 – 7 лет.

Система наблюдений за состоянием окружающей среды Украины имеет разветвленную структуру. Режимные наблюдения за состоянием природных ресурсов осуществляют около десяти министерств и ведомств. Они имеют ведомственные сети наблюдения, информационные каналы для передачи данных, центры обработки, анализа и хранения информации.

Что касается экстремальных проявлений морских явлений, то информация о них поступает со станций и морских гидрометеорологических постов, а в зимнее время к ним добавляются ледовые посты, расположенные на украинском побережье Азово-Черноморского бассейна. В целом бассейн сравнительно мал по масштабам, что делает трудновыполнимым мониторинг и оперативное реагирование на быстро протекающие опасные морские явления. В наибольшей степени это относится к мониторингу, опирающемуся на информацию, получаемую с помощью береговых измерительных комплексов. В подобных случаях более эффективны аэрокосмические средства контроля состояния морской среды, которые, в частности, используются для мониторинга ледовой обстановки в регионе. Методы диагностики и мониторинга различных типов морских природных катастроф в Азово-Черноморском бассейне и прилегающих к нему районах, основанные на использовании спутниковых данных, активно разрабатываются.

Гидрометеорологическая и сейсмологическая сети наблюдений в регионе. В Азово-Черноморском регионе существуют гидрометеорологические и сейсмологические наблюдательные сети, которые поставляют информацию о состоянии моря, атмосферы и сейсмической активности в регионе. Они позволяют получать данные об уровне моря, скорости ветра, атмосферном давлении и колебаниях земной коры.

По данным работы [5] вся сеть пунктов наблюдения за уровнем Черного моря насчитывает 30 станций. Из них 13 пунктов наблюдения принадле-

жат Украине (не считая постов в устьях рек и 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. Вдоль побережья Азовского моря располагается 20 украинских и российских постов наблюдения за уровнем моря.

Украинские гидрометеостанции и посты расположены в Усть-Дунайске, Приморском, Ильичевске, Одессе, Южном, Очакове, Хорлах, Черноморском, Евпатории, Севастополе, Кацивели, Ялте и Феодосии. Из 13 украинских станций 12 принадлежит Госкомгидромету, одна (пос. Кацивели) – Национальной академии наук Украины. Последний гидрометеорологический комплекс является донным мареографом нового поколения и отвечает всем международным требованиям.

Станции расположены очень неравномерно. Самый густой участок сети приходится на западное побережье моря и включает половину всех станций. Самый редкий участок сети относится к южному (турецкому) побережью Черного моря (3 станции). Несмотря на это, сеть станций в Черном море считается одной из самых густых для внутренних морей [5].

Дискретность наблюдений зависит от разряда станции. Стандартная дискретность составляет 3 ч. На ряде станций ведутся непрерывные записи уровня. В оперативном режиме информация передается 2 – 4 раза в сутки; снятие информации об уровне производится ежечасно. При достижении критических положений уровня, которые для каждого поста индивидуальны, может выполняться и передаваться потребителю результаты учащенных наблюдения с дискретностью 1 – 3 часа.

В настоящее время действующая сеть сейсмостанций в Крыму, административно подчиненная Институту геофизики НАН Украины, включает 7 региональных сейсмостанций (Алушта, Керчь, Севастополь, Симферополь, Судак, Феодосия, Ялта), из которых только на двух ведется цифровая регистрация информации, а на остальных – фотогальванометрическая (аналоговая) регистрация сейсмических волн, что не позволяет оперативно анализировать сейсмограммы. Задержка в обработке аналоговых записей землетрясений составляет один час и более. Результаты обработки данных с региональных станций передаются в Крымский центр (опорная станция – Симферополь).

Украинская сеть сейсмостанций 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 Черного моря выполняется затем в международных центрах данных (российский Обнинск и английский Ньюбери) после поступления данных о землетрясении с сейсмостанций других стран.

Система раннего предупреждения о цунами в Черном море. Катастрофическое цунами 26 декабря 2004 г. в юго-восточной Азии заставило международное сообщество обратить особое внимание на необходимость повышения эффективности функционирования существующих систем раннего предупреждения о цунами. Более того, возникла потребность в создании новых систем такого типа в регионах, где нет систем предупреждения о цунами, но существует реальная потенциальная опасность возникновения катастрофических волн.

Системы раннего предупреждения о цунами для Индийского океана, Карибского региона, северо-восточной Атлантики, Средиземного, Мраморного и Черного морей не существуют, хотя исторические свидетельства и данные измерений не позволяют исключить сейсмическую генерацию сильных цунами в этих морях. Отметим, что мировая статистика цунами ставит Средиземноморский регион, включая Черное море, по числу событий на второе место после Тихого океана.

Для того, чтобы избежать или, по крайней мере, снизить возможные негативные последствия сильных цунами в районах, не охваченных существующими системами раннего предупреждения о цунами, в 2005 г. в Париже на Ассамблее Международной океанографической комиссии ЮНЕСКО была принята Резолюция XXIII-14 о создании Межправительственной координационной группы по созданию системы раннего предупреждения и уменьшению последствий цунами в Северо-восточной Атлантике, Средиземном море и прилегающих морях (*ICG/NEAMTWS*). Ее первая сессия с участием представителей 23 стран состоялась 21 – 22 ноября 2005 г. в Риме [6], вторая проходила 22 – 24 мая 2006 г. в Ницце [7]. Следующие сессии этой межправительственной группы состоялись 7 – 9 февраля 2007 г. в Бонне, 11 – 13 ноября 2009 г. в Стамбуле и 23 – 25 ноября 2010 г. в Париже.

Принято решение о создании четырех межправительственных рабочих групп и определены страны-координаторы, имеющие опыт в разработке проблем по четырем направлениям:

- по оценке риска цунами и моделированию (Франция, Испания);
- по сейсмическим и геофизическим измерениям (Италия, Германия);
- по сбору и обмену данными об уровне моря, включая внебереговые инструментальные средства обнаружения цунами (Испания, Алжир);
- по консультированию, смягчению последствий и информированию населения (Португалия, Соединенное Королевство).

МОК ЮНЕСКО взяла на себя руководство всей организацией системы раннего предупреждения о цунами в Европе на базе уже существующих наблюдательных сетей за сейсмической активностью и колебаниями уровня морей. Предполагается также использование информации, предоставляемой такими национальными и региональными наблюдательными сетями и центрами, как *EuroGOOS*, *MedGOOS*, и евро-средиземноморскими сейсмологическими центрами в Марокко, Франции, Греции и Люксембурге. Эксперты пришли к выводу, что требования к системам раннего предупреждения о цунами в Средиземном и Черном морях должны несколько отличаться от предъявляемых к наблюдательным системам для других регионов Мирового океана в силу специфики их геологических структур и существенно иных характерных масштабов бассейнов.

План действий, составленный Межправительственной координационной группой *ICG/NEAMTWS*, предполагает улучшить разработку показателей определения опасности и последствий цунами, усилить эффективность оповещения стран на основе получаемых сейсмологических и геофизических данных, информации о колебаниях уровня моря и результатов численного прогнозирования явления. Это позволит уменьшить возможные негативные последствия цунами, благодаря разумному планированию инфраструктуры в

прибрежных зонах и проведению кампаний по информированию населения. Координационная группа также разработает серию испытаний ключевых элементов (секций) европейской системы раннего оповещения о цунами.

Вопрос о системе раннего предупреждения о цунами в Черном море обсуждался в работе [8].

Существующие сети гидрологических постов и сейсмографов могут быть использованы при развертывании системы раннего оповещения о цунами и ряде других опасных гидрометеорологических явлений в акватории Черного моря. Однако в силу относительной кратковременности самого явления цунами (от 10 мин до 2 часов) и сравнительно малой протяженности Черноморского бассейна, особенно в меридиональном направлении, необходима иная по сравнению с применяемой в Тихом океане стратегия интеграции этой сети в европейскую наблюдательную систему, другая организация ее работы и современное техническое обеспечение гидрометеопостов.

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. – Ч. 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. Доценко С.Ф., Иванов В.А. Возможные источники и механизмы формирования повышенной гидродинамической активности на шельфе Черного моря // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь: НПЦ «ЭКОСИ-Гидрофизика», 2005. – вып. 13. – С. 73-94.
5. Горячкин Ю.Н., Иванов В.А. Уровень Черного моря: прошлое, настоящее и будущее. – Севастополь: МГИ НАН Украины, 2006. – 210 с.
6. *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). First session. Rome, Italy, 21 – 22 November, 2005 // UNESCO, ИОС. – 2005. – 67 р.*
7. *Вторая сессия Межправительственной координационной группы по системе раннего предупреждения о цунами и смягчения их последствий в Северо-восточной Атлантике, Средиземном море и прилегающих морях (МКГ/ СПЦСВАСМ). Ницца, Франция, 22 – 24 мая 2006 г. // МОК ЮНЕСКО. – 2006. – 21 с.*
8. Доценко С.Ф., Еремеев В.Н. Оценки необходимости и возможности раннего предупреждения о цунами на побережье Черного моря // Морской гидрофизический журнал. – 2008. – № 5. – С. 57-66.

Материал поступил в редакцию 22.11.2010 г.