

# Запобігання та ліквідація надзвичайних ситуацій

УДК 504.4.06

Е.В. Азаренко, Ю.Ю. Гончаренко, М.М. Дивизинюк

*Севастопольский национальный университет ядерной энергии и промышленности*

## ПРОБЛЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПРИБРЕЖНЫХ ВОД И ПУТИ ЕЕ РЕШЕНИЯ

*В работе предлагаются шесть направлений развития методов управления экологической безопасностью прибрежных морских вод с позиций системного подхода, в основу которого положено два доминирующих фактора: опасность нефтяных загрязнений и захоронений отравляющих веществ на морском дне.*

**Ключевые слова:** экологическая безопасность, прибрежные воды, нефтяные загрязнения, захоронения отравляющих веществ.

### Введение

Украина морская держава, которая омывается двумя морями, имеет свой военный, торговый и рыболовецкий флот. Вопросы сохранения чистоты морских вод, провозглашенные еще в семнадцатых годах прошлого века [1], Украина обязалась выполнять, подписав декларацию глав государств об устойчивом развитии и программе действий на 21 век в 1992 году в Рио-де-Жанейро [2]. Решая эти вопросы системно, на законодательном уровне в Украине экологическая безопасность рассматривается как составная часть национальной безопасности [3]. Необходимо также отметить, что значительная часть черноморского и азовского побережья являются рекреационными зонами, которые не только позволяют восстанавливать здоровье гражданам и приносят доход в казну [4]. По этим причинам рассмотрение любых аспектов экологической безопасности прибрежных вод является актуальной научной и народнохозяйственной проблемой. Эти вопросы, безусловно, рассматривались отечественными учеными [5, 6], однако при освящении проблемы чистоты водного бассейна отсутствует методологическое решение этой проблемы или определение комплекса системных методов, которые позволят это сделать в будущем.

**Постановка цели и задач научного исследования.** Целью данной работы является рассмотрение проблемы экологической безопасности прибрежных вод с позиций системного подхода и определения направлений развития новых методов управления экологической безопасностью.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи. Во-первых, проанализировать факторы, определяющие экологическую безопасность прибрежных морских вод. Во-вторых, рассмотреть систему экологического мониторинга, как средство управления экологической безопасностью. В-третьих, определить направления развития

новых методов управления экологической безопасностью.

**Факторы, определяющие экологическую безопасность прибрежных морских вод.** В общем случае под безопасностью понимается отсутствие опасности. Главной экологической опасностью, то есть факторами, негативно воздействующими на окружающую прибрежную среду, являются антропогенные загрязнения, которые в нашем случае доминируют в прибрежных морских водах Азово-Черноморского бассейна.

Существует классификация систем, которые разделяют антропогенные загрязнения по видам, по источникам загрязнений, по их месторасположению, по времени существования, по токсичности, по способности мигрировать и т.д. и т.п. В зависимости от вида антропогенных загрязнений они могут быть жидкими (канализационные стоки, нефтепродукты, лакокрасочные материалы), твердыми объемными (бытовой мусор – бутылки, пакеты, деревянные и другие обломки) и измельченными (технологическая пыль, мура, измельченный мусор). В свою очередь, жидкие загрязнения могут быть растворимыми и нерастворимыми в морской воде и в месте с твердыми загрязнителями могут быть легче морской воды и оставаться на поверхности, тяжелея и погружаться на морское дно. Источники антропогенных загрязнений могут быть точечными (одиночными, как корабль, канализационный сток) и распределенными, например, береговая черта (набережная, пляж) с которой смывается бытовой мусор ливневым дождем.

В зависимости от местонахождения антропогенного загрязнения они могут быть поверхностными, расположенными на водной поверхности, донными, погружившимися на морское дно, объемными, мигрирующими в водной толще. По времени существования они могут быть кратковременными и долговременными. Необходимо заметить, что временной вопрос – коротко и долго, определяется в каж-

дом конкретном случае пространственно-временными масштабами антропогенного загрязнения.

В зависимости от токсичного действия антропогенные вещества принято разделять на низко токсичные и высоко токсичные (технологические яды и боевые отравляющие вещества). По способности мигрировать говорят о динамических (перемещающихся в пространстве по водной поверхности и в водной толще, в том числе и в придонных слоях) и стационарных (не меняющих своих географических координат) загрязнениях. К последним могут относиться захороненные на морском дне боеприпасы и отравляющие вещества.

Из всего вышеперечисленного многообразия антропогенных загрязнений для Черного моря наиболее опасными являются нефтяные. Об этом свидетельствует статистика морских аварий и катастроф в черноморском бассейне. В зависимости от рассматриваемого временного периода более 70 – 80% аварий судов, летательных аппаратов и гидротехнических сооружений сопровождалось разливом нефтесодержащих вод и нефтепродуктов. Из всего объема вылитого менее четырех процентов растворится в морской воде, менее процента легких фракций испаряется, а остальная масса мигрирует. Первоначально миграция происходит в виде растекающегося на водной поверхности нефтяного пятна, которое с течением времени под действием турбулентных процессов, в том числе и ветрового перемешивания, переходит в эмульгированное состояние и длительно (месяцами) в виде объемного загрязнения потоком черноморских течений перемещается в водной толще, пока не осядет на морское дно или не всплывет на поверхность, формируя вторично нефтяную пленку.

Другим, не менее опасным антропогенным фактором, являются захороненные в прибрежных водах боевые отравляющие вещества. Это бочки с ипритом, которые были затоплены во время Великой Отечественной войны. Считалось, что с одной стороны при температурах ниже 14°C иприт сохраняется в твердой фазе, с другой специальная конструкция металлических бочек выполненных из специальных сплавов обеспечит их герметичность в течение 70 лет. Сейчас все климатологи отмечают, что глобальное потепление сопровождается ростом среднегодовых температур черноморской среды. К тому же срок «гарантийной герметичности» контейнеров, находящихся в агрессивной морской среде, истекает. Как поведет себя отравляющее вещество кожно-нарывного действия даже в твердой фазе, после разгерметизации бочки достоверно не известно.

Таким образом, для прибрежных морских вод можно выделить два главных антропогенных фактора, определяющих их экологическую безопасность. Это нефтяные загрязнения и захоронения боевых отравляющих веществ.

## **Система экологического мониторинга, как средство управления экологической безопасностью**

Классическая система экологического мониторинга структурно состоит из трех уровней. Первый уровень – это устройства регистрации, которые многие экологи называют датчиками. Они призваны регистрировать по одному или сразу несколько параметров водной среды (например, температуру, электропроводимость, гидростатическое давление и др.) и разнесены в пространстве по горизонтали (в точках различными географическими координатами) и по вертикали (установлены на определенных глубинах). В этом случае выполнение устройствами регистрации измерения параметров окружающей среды по кабелям или радиоканалу транслируются к приборам второго уровня, которые предназначены выполнять обработку полученной информации и представлять ее в виде, необходимом для третьего уровня. Обработка полученной информации может производиться как в одном месте (пункте, радиоцентре и др.), так и на нескольких, в зависимости от конкретной системы мониторинга и размеров контролируемых ней акваторий. Здесь измерения параметров водной среды выполняются *in situ*, то есть непосредственно в исследуемой среде. Возможен и другой, наиболее часто используемый вариант. Со специального катера или оборудованного судна в заранее определенных точках с поверхности и намеченных глубин берутся пробы воды, пробы грунта и доставляются в лаборатории, где выполняется полный анализ доставленных проб. Если такая лаборатория имеется на судне, то анализ выполняется в море, если нет, то физико-химические исследования проводятся в береговых лабораториях, по прибытию плавсредств. Обработанная информация в соответствующем виде, наконец, достигает третьего уровня, где производится анализ получаемой информации и выполняется систематизация данных, на основе которой делается заключение об экологическом состоянии контролируемой зоны моря. Классическая СЭМ (система экологического мониторинга) и ее уровни показаны на рис. 1.

Появление автоматизированных средств обработки информации значительно ускорило процессы на втором и третьем уровнях системы мониторинга, позволило создать электронные, доступные в реальном масштабе времени, базы данных и знаний. Разработка специального программного обеспечения и обучения персонала для этих целей позволило на основе полученной информации в относительно непродолжительные промежутки времени производить моделирование экологической ситуации и осуществлять прогнозирование ее развития, при этом графически (в том числе картографически) отображать прогнозируемую динамику катастрофи-

ческих событий. Подобную четырех уровневую структуру принято называть геоинформационной системой (ГИС).

Другая информационная система, которая, как показано на рисунке, пересекается с ГИС, является системой поддержки принятия решения (СППР). Здесь лицо, принимающее решения (ЛПР), определяет один или несколько критериев, в соответствии с которыми осуществляется прогностическое моделирование развития экологической чрезвычайной

ситуации и вырабатываются варианты управленческих решений, с обосновывающими этот вариант расчетами. Получив набор вариантов управленческих решений ЛПР выбирает один из них, или задает еще дополнительные критерии, в соответствии с которыми производится моделирование и выработка управленческих решений, направленных на недопущение перерастания чрезвычайной ситуации в экологическую катастрофу, или если катастрофы уже не избежать, то минимизацию последствий от нее.

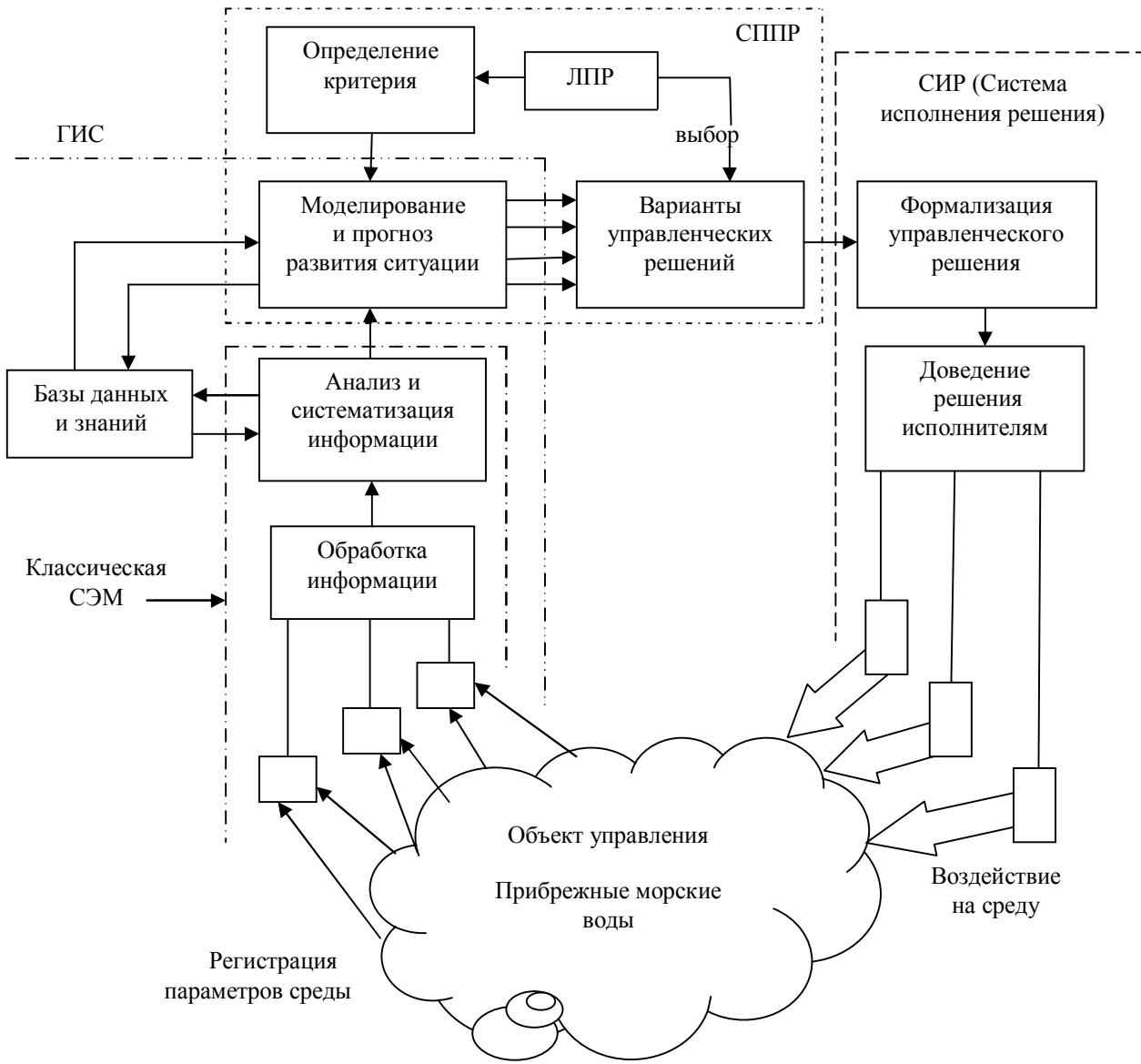


Рис. 1. Схема структуры экологического мониторинга как средства управления

Утвержденное ЛПР решение поступает в систему исполнения решения (СИР), где производится его формализация и доведение исполнителем, которые, в свою очередь, воздействуют на объект управления, в нашем случае прибрежные морские воды. Изменения состояния объекта управления, а следовательно, и изменения экологической ситуации бу-

дет вызывать изменение в величинах измеряемых параметров, фиксируемых устройствами регистрации. Далее это изменение будет отработано, а последующее моделирование покажет эффективность выполнения управленческого решения – контур управления замкнулся.

Таким образом, система экологического мони-

торинга как средства управления экологической безопасностью включает сам объект управления, прибрежные морские воды, геоинформационную систему, осуществляющую сбор, обработку, систематизацию данных об объекте управления, моделирование и прогноз развития экологической ситуации, систему поддержки принятия решения, вырабатывающую в соответствии с определенными критериями варианты управленческих решений, систему исполнения решения, которая формирует вариант, выбранный лицом, принимающим решения, и доводит его исполнителям, воздействующим на объект управления.

### **Направления развития новых методов управления экологической безопасностью**

Предложенная выше перспективная, комплексная система экологического мониторинга в принципе описывает классическую систему управления, где ведется постоянное наблюдение за объектом управления – водной средой, прогнозируется развитие экологических чрезвычайных ситуаций и катастроф и в зависимости от конкретных условий принимаются определенные решения, в соответствии с которыми исполнители воздействуют на водную среду (безусловно, воздействие опосредовано, непосредственное воздействие идет на экологические инстанции, контролирующих потенциальных загрязнителей, аварийные службы, осуществляющие сбор нефтепродуктов и т.д.). Соответственно говорить о рассмотрении новых методов управления экологической безопасностью будем исключительно в применении к рассмотренной выше перспективной системе экологического мониторинга, реализуемой в прибрежных морских водах Украины. Будем также исходить из существования в настоящее время двух доминирующих антропогенных факторов. Это нефтяные загрязнения и захоронения боевых отравляющих веществ. При этом целью управления экологической безопасностью прибрежных морских вод является предотвращения экологических чрезвычайных ситуаций и недопущения экологических катастроф, а при наступлении – минимизации наносимого ими ущерба. Решая эти управленческие проблемы необходимо иметь всесторонний превентивный анализ типовых или наиболее вероятных сценариев развития экологических катастроф. Например, применительно к нефтяному загрязнению возможна посадка судна на мель и разлив нефтепродуктов из его цистерн или нефтесодержащих вод из трюмов, или умышленный сброс с судна нефтесодержащих вод (в случае аварийной ситуации). В обоих случаях необходим прогноз растекания выливаемых за борт нефтепродуктов, определения факторов, которые будут влиять на конфигурацию, площадь нефтяного

пятна, его перемещения на водной поверхности. Эти задачи мог бы решить метод прогнозирования распространения нефтяных загрязнений.

К сожалению, на этом проблемы не заканчиваются. Сплошным нефтяное пятно может быть только на неподвижной водной поверхности, а морская среда постоянно находится в трехмерном движении. Вследствие этого движения нефтяное пятно первоначально разделяется на несколько частей, затем эти части так же разделяются, а еще через некоторое время нефтяное загрязнение полностью исчезает с водной поверхности, переходя в эмульгированное состояние. Описание и прогнозирование этого процесса мог бы выполнить метод оценки трансформации поверхностных нефтяных загрязнений в эмульгированное состояние.

Объемные эмульгированные нефтяные загрязнения обладают способностью концентрироваться и мигрировать в толще морских вод в течение многих месяцев, после чего оседают на морское дно или всплывают на поверхность, образуя вторичные нефтяные загрязнения. Здесь можно привести пример гибели в Керченском проливе российского танкера Лена-нефть 139, когда более двух тысяч тонн нефтепродуктов попали в воду. Северный ветер и штормовое море способствовало тому, что разливающееся нефтяное пятно уносило в море, и через сутки от него на поверхности не осталось никаких следов. Через пять месяцев в районе Тарханкута в штилевую погоду были зарегистрированы всплывающие нефтяные пятна. Одна из версий их происхождения – унесенные в море две тысячи тонн нефтепродуктов с затонувшего Лена-нефть 139. Разрешение подобных ситуаций мог бы выполнить метод прогноза распространения эмульгированных объемных нефтяных загрязнений.

Опасность от захоронений боевых отравляющих веществ будет исходить до тех пор, пока они будут оставаться на морском дне. Если учесть, что международное право запрещает поднимать боевые отравляющие вещества даже для последующей утилизации на берегу, то это проблема будет сохраняться достаточно долго. Главный вопрос, который здесь возникает, что будет происходить с ипритом в случае разгерметизации металлических бочек. Ответ на него мог бы дать метод оценки формирования придонных объемных загрязнений.

Далее возникает вопрос, как будут распространяться эти антропогенные загрязнения. Направление и сила придонных течений в шельфовых районах не всегда совпадает с течением на поверхности и в водной толще. Кроме этого структура грунта, рельеф морского дна также будут оказывать влияние на миграцию объемных придонных загрязнений. Решить эту задачу помог бы метод прогноза распространения придонных объемных загрязнений.

Перечисленные выше методы являются прогностическими и реализуются в структурном элементе, выполняющем функции моделирования. Одной из главных проблем комплексной системы экологического мониторинга, а также проблемой самой экологической безопасности морских вод является проблема обнаружения антропогенных загрязнений в водной толще и в придонных слоях. Существующие методы не позволяют этого делать *in situ*, то есть непосредственно в море. Даже самая оперативная доставка в береговую лабораторию проб и их последующий анализ занимает не часы, а сутки, что полностью исключает эффективное предотвращение экологических катастроф. Помочь разрешить эту проблему мог бы метод акустического обнаружения объемных загрязнений.

Таким образом, наиболее необходимыми направлениями развития новых методов управления экологической безопасностью являются прогноз распространения нефтяных загрязнений, оценка трансформации поверхностных нефтяных загрязнений в эмульгированное состояние, прогноз распространения эмульгированных объемных нефтяных загрязнений, оценка формирования природных объемных загрязнений, прогноз распространения придонных загрязнений и метод акустического обнаружения объемных загрязнений.

### Выводы

1. Для прибрежных морских вод можно выделить два главных антропогенных фактора, определяющих их экологическую безопасность. Это нефтяные загрязнения и захоронения боевых отравляющих веществ.

2. Система экологического мониторинга как средства управления экологической безопасностью включает сам объект управления, прибрежные морские воды, геоинформационную систему, осуществляющую сбор, обработку, систематизацию данных об объекте управления, моделирование и прогноз развития экологической ситуации, систему поддержки

принятия решения, вырабатывающую в соответствии с определенными критериями варианты управленческих решений, систему исполнения решения, которая формирует вариант, выбранный лицом, принимающим решения, и доводит его исполнителям, воздействующим на объект управления.

3. Наиболее необходимыми направлениями развития новых методов управления экологической безопасностью являются прогноз распространения нефтяных загрязнений, оценка трансформации поверхностных нефтяных загрязнений в эмульгированное состояние, прогноз распространения эмульгированных объемных нефтяных загрязнений, оценка формирования природных объемных загрязнений, прогноз распространения придонных загрязнений и метод акустического обнаружения объемных загрязнений.

### Список литературы

1. *Международная конференция по предотвращению загрязнения с судов 1973 года и Протокол 1978 года.* – М.: Издательство ЦРИА «Морфлот», 1980. – 364 с.
2. *Программа действий. Повестка дня на 21 век и другие документы Конференции в Рио-де-Жанейро в популярном изложении.* – Женева: Центр «за наше общее будущее», 1993. – 82 с.
3. *Закон України «Про основи національної безпеки України» [Електронний ресурс].* – Режим доступа к ресурсу: [www.pbiv.gov.ua](http://www.pbiv.gov.ua).
4. *Ветров Н.М. Экологическая безопасность рекреационного региона / Н.М. Ветров.* – Симферополь: РИО НА ПКС, 2006. – 297 с.
5. *Моніторинг і методи вимірювання параметрів навколишнього середовища / В.М. Ісаєнко., Г.В. Лисиченко., Т.В. Дудар та ін.* – К.: Вид-во НАУ-друк, 2009. – 312 с.
6. *Лисиченко Г.В. Методологія оцінювання екологічних ризиків / Г.В. Лисиченко, Г.А. Хміль, С.Б. Барбашев.* – Одеса: Астропринт, 2011. – 368 с.

Поступила в редколлегию 14.01.2012

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. Ю.В. Стасев, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.

### ПРОБЛЕМА УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ ПРИБЕРЕЖНИХ ВОД І ШЛЯХИ ЇЇ РІШЕННЯ

О.В. Азаренко, Ю.Ю. Гончаренко, М.М. Дівізінюк

*У роботі пропонуються шість напрямів розвитку методів управління екологічною безпекою прибережних морських вод з позицій системного підходу, в основу якого покладено два домінуючі чинники: небезпека нафтових забруднень і поховань отруйливих речовин на морському дні.*

**Ключові слова:** екологічна безпека, прибережні води, нафтові забруднення, поховання отруйливих речовин.

### PROBLEM OF MANAGEMENT ECOLOGICAL SAFETY OF OFF-SHORE WATERS AND WAY OF ITS DECISION

Ye.V. Azarenko, Yu.Yu. Goncharenko, M.M. Divizinyuk

*Six directions of development of methods of management ecological safety of off-shore salt waters are in-process offered from positions of approach of the systems, two dominant factors are fixed in basis of which: danger of oil contaminations and burial places of poison matters on a marine day.*

**Keywords:** ecological safety, off-shore waters, oil contaminations, burial places of poison matters.