

ПОДСИСТЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА МОРСКИХ ВОД ВНЕШНИХ РЕЙДОВ ПОРТОВ И ПОРТПУНКТОВ

Ю.Ю. Гончаренко, В.Н. Григорьева,
М.М. Дивизинюк, М.И. Ожиганова

Севастопольский национальный
университет ядерной энергии
и промышленности
г. Севастополь, ул. Курчатова, 7

Рассмотрены структурные элементы подсистемы мониторинга, обеспечивающие обнаружение эмульгированных нефтяных объемных загрязнений в период их скрытого перемещения в водной толще и принятия своевременных мер для недопущения поражения рекреационного побережья.

Введение. Экологический контроль состояния морской водной среды – актуальная проблема, которая стоит и перед всеми прибрежными государствами, в том числе и Черноморского региона, учеными экологами и океанологами, жителями прибрежной полосы и администрацией рекреационных черноморских зон Украины. Наибольший вред морской прибрежной среде приносят антропогенные катастрофы, связанные с разливом нефтепродуктов [1]. Ликвидировать чрезвычайную ситуацию, вызванную разливом нефтепродуктов, можно только в случае своевременного обнаружения нефтяного загрязнения и развертывания сил и средств по его ликвидации [2]. Тем не менее, известно [3], что часть разлитого на водной поверхности нефтепродукта переходит в эмульгированное состояние и относительно долгое время мигрирует в водной толще после чего оседает на морское дно или опять всплывает на поверхность и образует повторную нефтяную шлаку.

Существует гидроакустический способ обнаружения эмульгированных нефтепродуктов [4,5]. Он основан на разности показаний прямого и косвенного измерений скорости звука. Разница в показаниях тем больше, чем выше концентрация антропогенной примеси, а точ-

ность измерения скорости звука измерителями в пределах $0,05 - 0,1 \text{ м} \cdot \text{s}^{-1}$.

Постановка цели и задач научного исследования. Целью данной работы является разработка и предложение нескольких видов структурных элементов подсистемы мониторинга экологических чрезвычайных ситуаций в прибрежных водах, вызванных скрытой миграцией эмульгированных нефтепродуктов в водной толще. Для достижения поставленной цели необходимо последовательно решить следующие научные задачи. Во-первых, рассмотреть этапы развития экологической чрезвычайной ситуации, вызванной скрытой миграцией эмульгированных нефтепродуктов в водной толще. Во-вторых, разработать несколько видов структурных элементов подсистемы мониторинга экологических чрезвычайных ситуаций в прибрежных водах. В-третьих, предложить вариант компоновки подсистемы мониторинга в прибрежных водах.

Этапы развития экологической чрезвычайной ситуации, вызванной эмульгированным загрязнением. Развитие экологической чрезвычайной ситуации, вызванной эмульгированным нефтяным загрязнением, рассмотрим на гипотетическом примере, рис 1. Первый этап (I) – сброс нефтяного загрязнения в результате аварийных или каких-либо других эксплуатационных причин, формирование нефтяного загрязнения на водной поверхности и его перемещение под действием приводного ветра и приповерхностного течения.

Второй этап (II) – переход поверхностного загрязнения в эмульгированное состояние вследствие турбулентных процессов, вызываемых ветровым волнением и током поверхностного и подводного морских течений. После того, как нефтяное загрязнение переходит в эмульгированное состояние, его горизонтальные размеры соизмеримы с размерами первоначального нефтяного загрязнения, а вертикальные достигают от нескольких десятков до сотен метров, и располагаются в деятельном слое вод практически до горизонтов 200 – 300 м и более в различных глубоководных участках Черного моря. Третий этап (III) – этап миграции нефтяного загрязнения в

действительном слое вод током подводных течений, которые определяются, главным образом, током основного черноморского течения. Время миграции может быть от нескольких часов до нескольких месяцев, и зависит от интенсивности турбулентных процессов в районе миграции, вида нефтепродукта, термохалинных и других параметров

водной среды. За время миграции геометрические размеры эмульгированного загрязнения могут изменяться: увеличиваться, постоянно рассеиваясь, в водной толще или наоборот — уменьшаться в размерах, сохраняя свое ядро, в котором концентрация нефтяных фракций остается достаточно высокой.

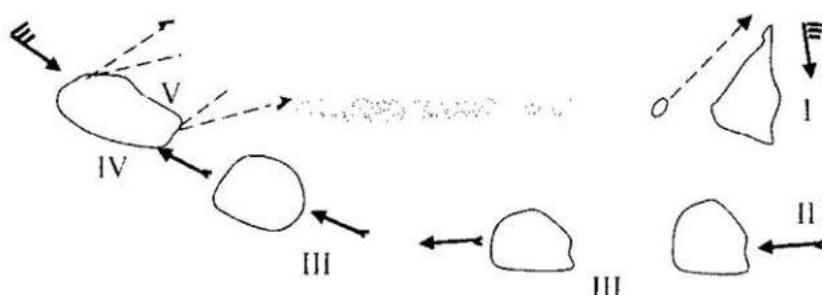


Рис. 1. Схема развития чрезвычайной ситуации, вызываемой эмульгированным загрязнением.

Четвертый (IV) — этап всплытия фракций или оседания их на морское дно. Процесс оседания обусловлен миграцией эмульгированного загрязнения из глубоководной части моря в шельфовую. Фракции соприкасаясь с частичками песка, ила, взвесей, приобретают отрицательную плавучесть, оседают на морское дно. Всплытие фракций происходит тогда, когда они приобретают положительную плавучесть, то есть попадают в более плотную (более соленую или более холодную) воду.

Пятый этап (V) — этап формирования вторичного нефтяного загрязнения на водной поверхности, которое может быть меньше первоначального загрязнения или больше в случае соединения в действительном слое двух и более нефтяных эмульгированных ядер, образованных различными загрязнениями. Вторичное нефтяное пятно теперь перемещается не только под действием течений приводного ветра. В зависимости от взаимного расположения пятна и береговой черты, дрейфа от приводного ветра нефтяное пятно может поразить береговую полосу и нанести ущерб, который уже никто не ожидает.

Таким образом, развитие экологической чрезвычайной ситуации, вызванной эмульгированными загрязнениями, со-

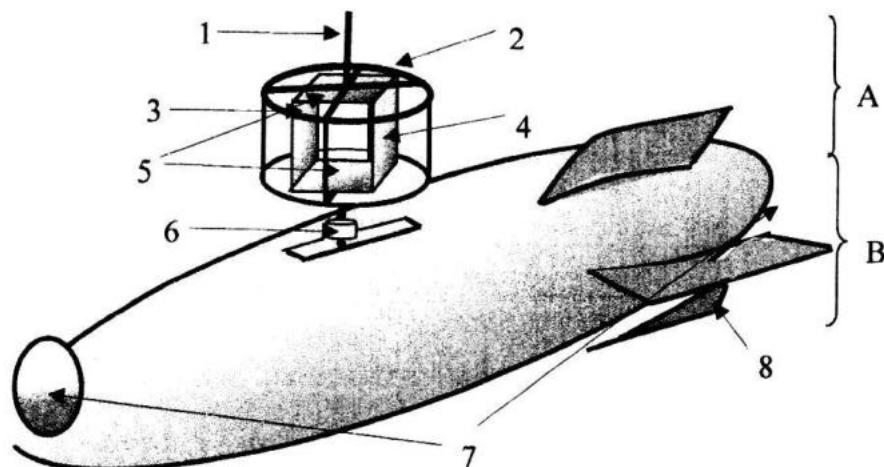
стоит из пяти этапов: сброса нефтяного загрязнения и формирования нефтяного пятна на морской поверхности; перехода поверхностного загрязнения в эмульгированное состояние; миграции нефтяного эмульгированного загрязнения в действительном слое вод током основного черноморского течения; всплытия фракций или оседания их на морское дно; вторичного формирования нефтяного загрязнения на водной поверхности и поражения береговой полосы там и тогда, где и когда его никто не ожидает.

Структурные элементы подсистемы мониторинга. Обнаружение эмульгированного нефтяного загрязнения в водной среде. Устройство для обнаружения антропогенных примесей в водной среде представляет собой цилиндрический каркас, внутри которого располагаются две группы датчиков, принадлежащих прямому и косвенному измерителям скорости звука. Каркас имеет только четыре ребра жесткости, что обеспечивает свободный доступ и протекание через него морской воды. Этот каркас, вертикальный размер которого не превышает десяти сантиметров, соединен в связке с другим сертифицированным прибором ГИИ-1 (гидроакустическим измерителем потока), разработанным в Морском гидрофизическом

институте НАН Украины. Свободная подвеска ГИП-1 на фертоинговых соединениях обеспечивает его свободное вращение на 360° , а его технические характеристики обеспечивают измерение скорости водного потока с точностью до $10^{-3} \text{ м}\cdot\text{s}^{-1}$, а гироскопическая система позволяет определять его ориентацию в пространстве (направление движения водного потока) с точностью до одного градуса. Схематическое изображение структурного элемента представлено на

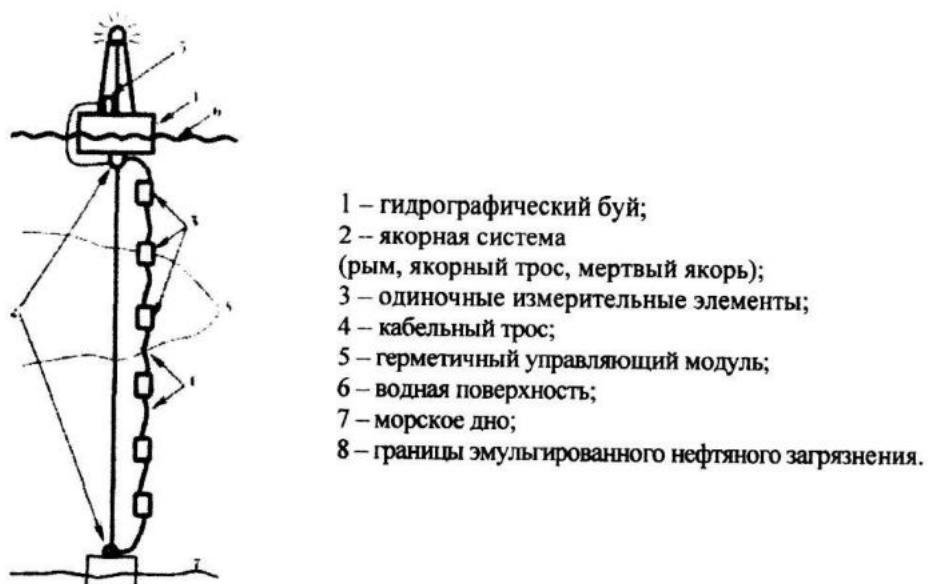
рис. 2. Это первый вид (тип) структурного элемента подсистемы экологического мониторинга. С одной стороны, он самый информационно ёмкий, но в то же время и самый дорогой.

Второй вид (тип) структурного элемента подсистемы мониторинга представляет собой гирлянду, вертикально расположенных устройств, для обнаружения антропогенных примесей, мигрирующих на разных глубинах, рис. 3.



Р и с. 2. Схематичное изображение структурного элемента

A – устройство для обнаружения антропогенных примесей; B – ГИП-1; 1 – кабель-трос; 2 – цилиндрический каркас; 3 – пластина с датчиками косвенного измерителя скорости звука; 4 – пластина с датчиками прямого измерителя звука; 5 – соединительные платы; 6 – фертоинговое соединение; 7 – входное и выходное отверстия ГИП-1; 8 – пассивные стабилизаторы ГИП-1



Р и с. 3. Схематичное изображение структурного элемента второго типа

Данные от этих устройств, расположенных на фиксированных глубинах, поступают в блок приемной аппаратуры, расположенной внутри буя, а оттуда по радиоканалу передается на береговой пост. Этот вид (тип) структурного элемента гораздо дешевле, но для определения направления перемещения эмульгированного загрязнения, необходима система из трех – четырех элементов. С другой стороны, для большого класса прикладных экологических задач достаточно одного факта обнаружения антропогенного загрязнения.

Таким образом, структурные элементы подсистемы мониторинга обеспечивают обнаружение эмульгированного

нефтяного загрязнения и определение направления и скорости его передвижения.

Вариант компоновки подсистемы мониторинга прибрежных вод. Установка структурных элементов подсистемы может осуществляться как самостоятельно, так и с использованием буев, входящих в систему навигационного обеспечения портов, фарватеров, систем разделения движения судов, ограждения навигационных опасностей и т.д. На одном буе может быть размещено от одного до нескольких элементов, в зависимости от глубины моря, экологической обстановки и других факторов. Пример такой подсистемы представлен на рис. 4.

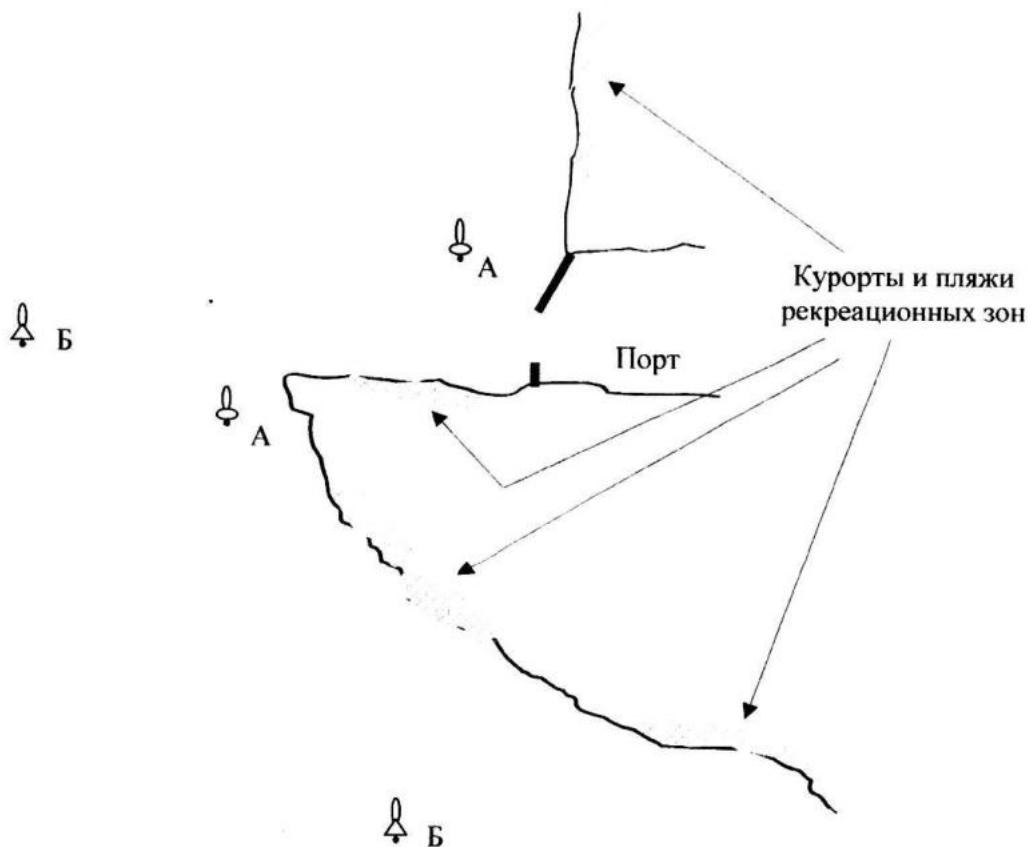


Рис. 4. Схема подсистемы мониторинга
А – буи ограждения навигационных аномалий;
Б – осевые буи систем разделения движения

Таким образом, подсистема мониторинга прибрежных вод, установленная на буях системы навигационного обес-

печения, системы разделения и ограждения навигационных опасностей, обеспечивает обнаружение эмульгированного

нефтяного загрязнения на этапе его скрытой миграции и дает возможность для своевременного принятия мер по недопущению поражения береговой рекреационной черты.

Выводы.

1. Развитие экологической чрезвычайной ситуации, вызванной эмульгированными загрязнениями, состоит из пяти этапов: сброса нефтяного загрязнения и формирования нефтяного пятна на морской поверхности; перехода поверхностного загрязнения в эмульгированное состояние; миграции нефтяного эмульгированного загрязнения в деятельном слое вод током основного черноморского течения; всплытия фолликул или оседания их на морское дно; вторичного формирования нефтяного загрязнения на водной поверхности и поражения береговой полосы там и тогда, где и когда его никто не ожидает.

2. Структурный элемент подсистемы мониторинга обеспечивает обнаружение эмульгированного нефтяного загрязнения и определение направления и скорости его перемещения.

3. Подсистема мониторинга прибрежных вод, установленная на буях системы навигационного обеспечения, системы разделения и ограждения навигационных опасностей, обеспечивает обнаружение эмульгированного нефтяного загрязнения на этапе его скрытой миграции, и обеспечивает своевремен-

ное принятие мер для недопущения поражения береговой рекреационной черты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ветрова Н.М. Экологическая безопасность рекреационного региона. – Симферополь: РИО НАПКС, 2006. – 297 с.
2. Истомин В.И. Предотвращение загрязнения моря нефтью при эксплуатации судов. – Севастополь: СевНГУ, 2003. – 100 с.
3. Азаренко Ю.Ю., Ожиганова М.И., Рыбко В.В. Факторы загрязнения окружающей среды водными транспортными средствами // Сб. науч. тр. СНУЯЭиП. – Вып. 4(28). – Севастополь: СНУЯЭиП, 2008. – С. 63 – 67.
4. Дейнека В.С., Ожиганова М.И., Шумейко И.П. Разработка теоретических основ гидроакустического обнаружения и контроля антропогенных загрязнений // Сб. науч. тр. СНУЯЭиП. – Вып. 2(22). – Севастополь: СНУЯЭиП, 2007. – С. 50 – 54.
5. Дивизинюк М.М., Ожиганова М.И., Шумейко И.П. Разработка структурного элемента подсистемы мониторинга экологических чрезвычайных ситуаций в прибрежных водах // Сб. науч. тр. СНУЯЭиП. – Вып. 3 (35). – Севастополь: СНУЯЭиП, 2010. – С. 220 – 224.