

Zlobina Nadezhda Vladimirovna
Institute of Marine Technology Problems FEB RAS.
E-mail: zlobina@marine.febras.ru.
5a, Sukhanov Street, Vladivostok, 690091, Russia.
Phone: +74232432578.
Scientific Secretary; Cand. of Phis.-Math. Sc.

Kasatkin Boris Anatolevich
E-mail: kasatkas@marine.febras.ru
Head of Laboratory; Dr. of Phis.-Math. Sc.; Professor.

Kasatkin Sergey Borisovich
E-mail: kasatkas@marine.febras.ru
Senior Researcher; Cand. of Phis.-Math. Sc.

УДК 656.61.087: 623.82

С.В. Козловский, В.Э. Королев

СУДОВАЯ ИНТЕГРИРОВАННАЯ СИСТЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА МОРЯ

Рассматриваются вопросы построения судовой интегрированной системы экологического мониторинга моря (ИСЭМ), позволяющей решать широкий круг задач по своевременному обнаружению потенциально-опасных объектов. Предлагаются специальные судовые средства и оборудование, внутренние и внешние связи системы, необходимые для успешного функционирования системы. Обсуждаются некоторые особенности технических решений по отдельным подсистемам. Приводятся состав и предназначение элементов ИСЭМ, варианты ее структуры и размещения на судне. Отмечаются перспективные гидроакустические технологии, которые могут быть реализованы в рассматриваемой системе.

Интегрированная система; экологический мониторинг; гидроакустические; оптические; гидрофизические; радиологические; химические датчики.

S.V. Kozlovski, V.E. Korolev

SHIP INTEGRATED ENVIRONMENTAL MONITORING SYSTEM OF THE SEA

Questions of construction of the ship's integrated environmental monitoring system of the sea (ESI). Which provides a wide range of tasks for early detection of potentially dangerous objects. Proposes courts and equipment, internal and external communication, systems necessary for the successful functioning of the system. Discusses some of the features of technical solutions for individual subsystems. The composition and purpose of elements of ESI, for the structure and location on the ship. There have been advanced sonar technology, which can be implemented in the system.

Integrated system; environmental monitoring; sonar; optical; hydrophysical; radiological; chemical sensors.

В последние годы значительное и повышенное внимание мирового сообщества уделяется проблеме обеспечения экологической безопасности всех видов жизнедеятельности человека. Ужесточение требований к охране природопользования в первую очередь коснулось охраны водных ресурсов планеты и мирового океана. Объединенной судостроительной корпорацией, организациями «Газпром», «Роснефть» и другими реализуются программы строительства гражданского флота, в том числе судов экологического мониторинга. Примерами могут служить планируемое к постройке специализированное судно для мониторинга морских магистральных газопроводов (ММГ), для которого облик гидроакустической сис-

темы диагностики технического состояния ММГ обоснован в [1], и малотоннажные суда экологического контроля в прибрежных водах [2]. На рис. 1 представлено в качестве примера патрульное судно АО «Ассоциация предприятий морского приборостроения», предназначенное для проведения контроля экологического состояния водной среды, донных отложений и придонного слоя атмосферы с помощью специально разработанного судового природоохранного комплекса (СПК) "Акватория". Район плавания – прибрежные воды с удаленностью от места базирования до 100 миль. В состав СПК "Акватория" входят датчики различной физической природы, буксируемая система, телеуправляемый подводный аппарат, гидрхимическая лаборатория, вычислительный центр и геоинформационная система (ГИС). Некоторые элементы системы показаны на рис. 2,3,4.



Рис. 1. Патрульное природоохранительное судно экологического контроля «Россия», пр. 23107Э1

Предлагается создание интегрированной системы экологического мониторинга (ИСЭМ), включающей в своем составе основные типы современных технических средств контроля водной среды и дна. Представляется, что такое судно должно иметь в своем составе приемную космическую антенну и средства радиосвязи, вертолет, катер-лабораторию, водолазный комплекс и взаимодействовать со стационарной системой диагностики и дефектоскопии (ССДД) ММГ, донными сейсмическими и электромагнитными станциями, кораблями и судами, береговыми аналитическими центрами.



Рис. 2. Дистанционный обнаружитель нефти



Рис. 3. Комплекс телеуправляемого подводного аппарата



Рис. 4. Комплекс контроля поверхностного слоя воды

Современные потенциальные опасности, обусловленные оборонной и экономической деятельностью (судоходство, лов рыбы и морские промыслы, дноуглубительные работы, свалки мусора; строительство и эксплуатация ММГ, подвод-

ных кабельных трасс, боевая подготовка ВМС), источниками техногенного происхождения (минная опасность, радиологическая и токсикологическая опасности, взрывоопасность, захоронения химического оружия и отходов, затонувшие корабли, самолеты, суда, тралы и другие объекты), умышленными действиями третьих лиц (диверсионные и террористические акты, промышленный шпионаж), авариями и стихийными бедствиями (цунами, шторм и др.), подводными взрывами в океане, обуславливают актуальность создания океанских, всепогодных с неограниченными районами плавания судов экологических судов и решения вопросов универсализации их средств наблюдения, решающих более широкий круг задач. Кроме того, целесообразно предусмотреть возможность использования судна в аварийно-спасательных работах под эгидой МЧС, геолого-разведочных изысканиях и при обеспечении деятельности ВМФ, морских пограничных частей в мирное время.

В состав ИСЭМ, по нашему мнению, должны входить:

- ◆ гидроакустические средства (ГАС): гидролокатор секторного обзора (ГСО), 2 гидролокатора бокового обзора (ГБО), широкий спектр инженерных реализаций по которым представлен в [3]; 2 многолучевых эхолота [4], гидроакустические профилографы (например, ГП-400 [5]), буксируемые сейсмокоса с пневматической пушкой (используется для геолого-разведочных работ на шельфе) и ГАС с гибкой протяженной буксируемой антенной (ГПБА) типа «Виньетка-ЭМ» [3] со спуско-подъемным устройством (СПУ);

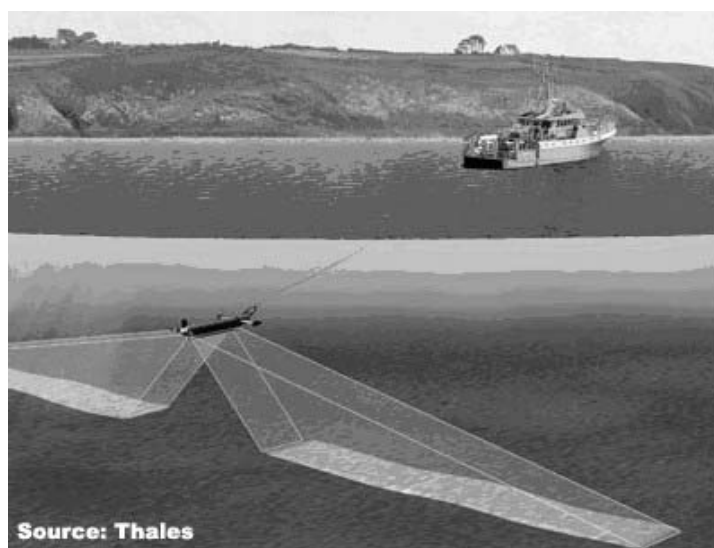


Рис. 5. Зона обнаружения ГБО французской фирмы Thales

- ◆ судовая навигационная РЛС;
- ◆ оптические средства [6], гидрофизические, радиационные и химические датчики [2];
- ◆ автономный (АПА) или телеуправляемый подводный аппарат (ТПА), оснащенный ГБО, сейсмическим профилографом, телевизионными средствами и гидрофизическими датчиками;
- ◆ стандартные средства пробоотбора;

- ◆ специализированная лаборатория предварительного анализа проб и их последующая консервация;
- ◆ подсистема гидроакустических и гидрофизических расчетов;
- ◆ базы данных БД1 и БД2 (БД1 – база данных по характеристикам толщи воды, дна, помехо-сигнальной обстановке; БД2 – банк типовых и чрезвычайных ситуаций, потенциально-опасных объектов);
- ◆ подсистема информационной поддержки принятия решений (информационно-экспертная подсистема, вырабатывающая рекомендации по действиям оператора в типовых и чрезвычайных ситуациях и использующая геоинформационные технологии);
- ◆ интегрированный пульт управления и комплексной обработки информации.

Отметим некоторые особенности предлагаемой ИСЭМ и ее элементов. В активных ГАС целесообразно использовать сложные зондирующие сигналы [4], например, с гиперболической частотной модуляцией (ГЧМ-сигналы [5]), эффективность которых при поиске малоразмерных объектов подтверждена многочисленными экспериментами. Размещение сейсмокоды, ГАС с ГПБА, радиологических и гидрофизических датчиков предлагается на единой многофункциональной буксируемой линии. При этом шумопеленгаторная ГАС с ГПБА, позволяющая эффективно обнаруживать подводные взрывы, «фон» трубопроводов, должна обеспечивать прием сигналов в диапазоне приблизительно 1–3 кГц (основная полоса частот шумов, обусловленных пробоями подводных электрических кабелей, что подтверждено Лен-энерго экспериментами в условиях Невы и Финского залива).

В работе [7] описана структурно-функциональная схема судового лидара и результаты экспериментов в открытом море и мелководном заливе. Показана принципиальная возможность выявления слоев мутности и слоев, что может быть использовано при экологическом мониторинге в местах добычи, транспортировки и переработки углеводородов.

ИСЭМ должна разрабатываться на основе системного подхода и модульного принципа построения. Предназначение элементов ИСЭМ показано в табл. 1. На рис. 6 представлена структура данной системы, в которой выделены информационное, интегрирующее и решающее звенья, в соответствии с терминологией теории ситуационного управления (применяется при создании систем с элементами искусственного интеллекта).

Таблица 1

Предназначение элементов ИСЭМ

Вид потенциально опасного объекта	Судовое поисково-обследовательское средство
Разлив нефтепродуктов на поверхности моря на больших дальностях	Навигационная РЛС
Нефтяные пятна на поверхности моря вблизи судна	Радиометр, высокочувствительная скоростная видеокамера, лазерный регистратор
Токсикологическая опасность (растворенные газы недопустимой концентрации) выше слоя скачка скорости звука	Лидар, ГСО
Загрязненные глубинные слои	Кислородные РН, химические и оптические датчики, многолучевой эхолот, средства пробоотбора
Навигационно-опасные объекты в толще воды, якорные мины	ГСО

Окончание табл. 1

Вид потенциально опасного объекта	Судовое поисково-обследовательское средство
Радиологическая опасность	Радиоактивные датчики
Затонувшие корабли, суда, самолеты	ГСО, ГБО
Захоронения боеприпасов, контейнеров с отравляющими веществами, свалки мусора на дне	ГБО, многолучевой эхолот, АПА (ТПА), средства пробоотбора
Заиленные затонувшие объекты, захоронения опасных объектов	ГБО, среднечастотный профилограф, АПА (ТПА)
Находящиеся в донном слое (до 20–40 м) объекты	Низкочастотный профилограф с использованием ГЧМ-сигналов, буксируемая сейсмокоса с пневматической пушкой, АПА (ТПА)
Контроль состояния подводных гидротехнических сооружений, трубопроводов, шумовой «фон» ММГ и других подводных сооружений	ГБО, сейсмический профилограф, многолучевой эхолот, средства пробоотбора, ГПБА, буй-ретранслятор ССДД ТС ММГ
Начало сейсмической активности, цунами, подводные взрывы и аварии гидротехнических сооружений, пробои подводных кабелей	Буксируемая сейсмокоса, ГПБА

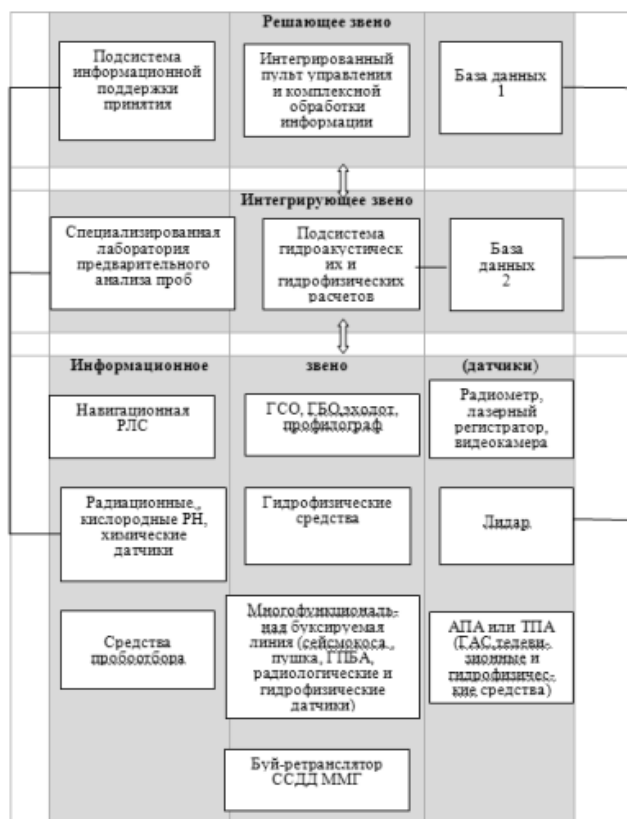


Рис. 6. Структура судовой ИСЭМ

Подсистема информационной поддержки, как интеллектуальная система, на основе информации, полученной от входящих в ИСЭМ датчиков и априорной информации, полученной от внешних по отношению к судну источников, должна обеспечить оперативную выработку рекомендаций по принятию решения и действиям операторов с целью:

- ◆ своевременного обнаружения объектов и определение степени их опасности;
- ◆ выбора и изменения состава используемых датчиков и режимов их работы;
- ◆ выдачи рекомендаций на маневрирование судна с целью оптимизации наблюдения за потенциально опасными объектами.

При проектировании данной подсистемы должны использоваться три ключевых положения: иерархический принцип построения; теория ситуационного управления; нечеткая логика.

Перспективные гидроакустические технологии, применение которых возможно в средствах ИСЭМ – параметрические методы обнаружения (что позволит при поиске донных объектов использовать низкие частоты с обеспечением высокой направленности антенн), акустическая томография, полистатическая и сверхширокополосная гидролокация, применение антенн с синтезированной апертурой и динамической фокусировкой.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Алексеев Б.Н., Гуляниц Р.С., Каршинев Н.С., Казаков Б.М., Холодова Н.А.* Судовая гидроакустическая система наружной диагностики технического состояния морских магистральных трубопроводов // Тр. VIII Международной конференции «Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики». – СПб.: Наука, 2006. – С. 117-121.
2. *Гуральник Д.Л.* Судовой природоохранный комплекс «Акватория». Новые технологии контроля экологического состояния водных объектов // Экологические системы и приборы. – 2003. – № 6. – С. 12-17.
3. *Корякин Ю.А., Смирнов С.А., Яковлев Г.В.* Корабельная гидроакустическая техника. Состояние и актуальные проблемы. – СПб.: Наука, 2004. – 410 с.
4. *Богородский А.В., Островский Д.Б.* Гидроакустические навигационные и поисково-обследовательские средства. – СПб.: СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2009. – 244 с.
5. *Войтов А.А., Остриянский Е.А., Свечников А.И.* // Тр. VII международной конференции «Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики», ГА–2004. – СПб.: Приложение к науч.-техн. сборнику "Гидроакустика", 2004. – С. 44-47.
6. *Румянцев В.А., Яковлев В.А., Зурабян А.З., Журенков А.Г.* Оптические методы и средства контроля разливов нефтепродуктов на водной поверхности / Под ред. акад. РАН Г.В. Смирнова. – СПб.: ЛЕМА, 2007.
7. *Степанов А.И., Рогов С.А., Карпов С.Н., Кондрашов В.А., Мальков С.А., Сачава С.И., Самарцев М.С., Стивак Л.А., Гершуков В.А.* Судовой лидар для гидрологических исследований // Оптический журнал. – 2008. – Т. 75, № 2. – С. 43-49.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н. С.П. Тарасов.

Козловский Сергей Викторович

Научно-исследовательский центр радиоэлектронного вооружения ВМФ 24 ЦНИИ МО РФ.

E-mail: sk_tzse@mail.ru.

196602, Санкт-Петербург-Пушкин, ул. Красной Звезды, 31.

Тел.: 88124652706.

Ведущий научный сотрудник; к.т.н.; старший научный сотрудник.

Королев Вадим Эдуардович

Начальник управления; к.т.н.

Kozlovski Sergey Viktorovich

Research center of radio Navy 24 Central Research Institute of Russian Defence Ministry.

E-mail: sk_tzse@mail.ru.

31, Red Star Street, St. Petersburg-Pushkin 196692, Russia.

Phone: +78124652706.

Senior Researcher; Cand. of Eng. Sc.

Korolev Vadim Eduardovich

Head; Cand. of Eng. Sc.