

УДК 551.465.4:681.518

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА МОРСКИХ АКВАТОРИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ АВТОНОМНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ И РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Д.Д. МинаевИнженерная школа ДВФУ¹

Основной проблемой устойчивого и надежного функционирования системы экологического мониторинга морских акваторий является недостаточность ее информационного наполнения. Анализ показывает, что наиболее полная и достоверная информация об экологическом состоянии морских акваторий добывается в ходе комплексных морских экспедиционных исследований. Однако такие работы носят в основном локальный характер и проводятся достаточно редко для того, чтобы адекватно оценить динамику процесса антропогенного воздействия на природную среду в целом и как следствие сделать прогноз развития экологической обстановки на различных уровнях. Решение этой важной государственной задачи может лежать в плоскости создания автоматизированной информационной системы экологического мониторинга морских акваторий, где в качестве ее основных элементов могут выступать автономные технические средства и робототехнические комплексы.

В работе рассматриваются основные задачи, решение которых может взять на себя автоматизированная информационная система экологического мониторинга морских акваторий, проводится синтез концептуального облика системы и формулируются основные принципы ее построения.

ВВЕДЕНИЕ

Главной задачей государственного мониторинга состояния морских акваторий, сформулированной в «Экологической доктрине РФ», является обеспечение органов государственного управления и природопользователей информацией об экологической обстановке в различных регионах Российской Федерации, информационная поддержка процедур принятия решений в области природоохранной деятельности и экологической безопасности. Работа по экологическому мониторингу морских

акваторий ведется на федеральном, региональном, территориальном и локальном уровнях. В настоящее время сложились объективные предпосылки для технической реализации автоматизированной информационной системы экологического мониторинга морских акваторий с применением автономных технических средств и робототехнических комплексов. Так, сегодня передовые технологии в области подводной робототехники и морского приборостроения позволяют реализовать: автономные необитаемые подводные аппараты, автономные многофункциональные измерительные платформы, телеуправляемые катера, беспилотные летательные аппараты, техни-

ческие средства морской геофизики, гидроакустические системы передачи информации и др. Вышеназванные технические средства могут стать основой для создания территориально-распределенной сети, обеспечивающей непрерывное пополнение информации об экологической обстановке на морских акваториях, обеспечивая при этом охват подводной, надводной и воздушной среды (см. рисунок). Однако практическая реализация и создание таких сложных технических систем требуют проведения комплекса прикладных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. Основной целью научных поисковых работ должно быть формирова-

¹ 690990, Владивосток, ул. Пушкинская, 10, тел. (423) 2401628, e-mail: minaev_dd@inbox.ru

ние облика такой автоматизированной информационной системы, разработка принципов ее построения и определения круга решаемых ею задач.

Основные задачи построения автоматизированной информационной системы экологического мониторинга морских акваторий

1. Обеспечение освещения экологической обстановки в регионе по совокупности наиболее информативных показателей. Решение поставленной задачи достигается за счет развертывания на морских акваториях территориально-распределенной сети автономных многофункциональных модулей, объединяемых между собой посредством систем передачи информации, телеуправ-

ляемых катеров, автономных необитаемых, подводных аппаратов, а также беспилотных летательных аппаратов. Данные технические средства призваны обеспечить непрерывное наблюдение за источниками антропогенного воздействия на природную среду по наиболее информативным параметрам наряду с контролем и оценкой динамики ее фактического состояния. При этом контроль над экологическим состоянием морских акваторий должен осуществляться в подводной, надводной и воздушной среде.

2. Сбор, обобщение и доставка геофизической информации, в том числе информации о гидрометеорологическом режиме, гидрологических, гидрофизических, гидролого-акустических полях, геоморфологии морского дна, характере береговой черты и т.д. в районе развертывания автома-

тизированной системы экологического мониторинга в интересах достоверной оценки и прогноза изменения состояния природной среды под влиянием факторов антропогенного воздействия. В качестве технических средств, решающих данную задачу, могут также выступать распределенные в пространстве автономные многофункциональные модули, размещаемые на подвижных носителях либо стационарно осуществляющие регистрацию гидролого-акустических, магнитных, электрических, оптических, гидродинамических, температурных, радиационных и других полей среды, геоморфологических характеристик морского дна, а также комплекса биологических показателей.

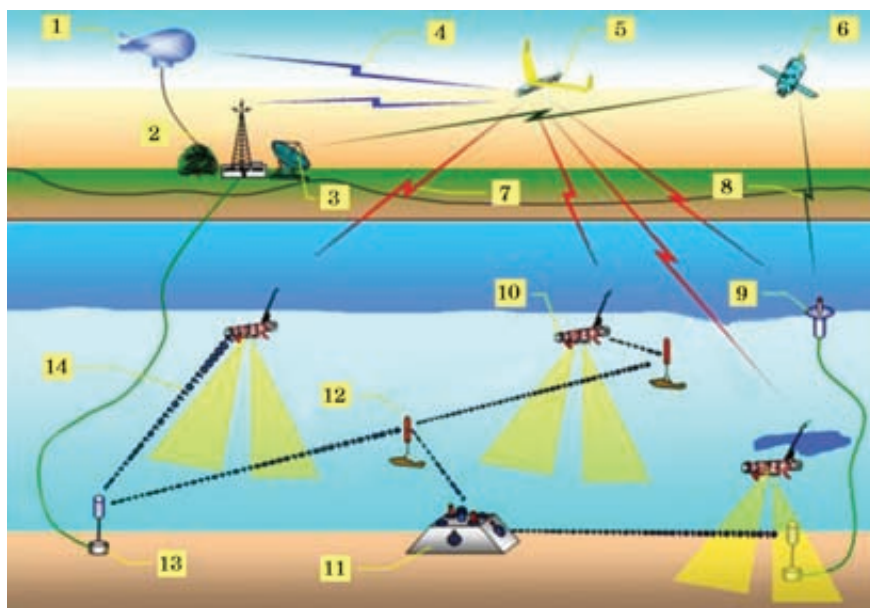
При этом стоит рассматривать два основных способа решения данной задачи:

– комплексные исследования экологического состояния морских акваторий, выполняемые с определенной периодичностью в процессе морских экспедиционных исследований;

– сбор, доставка или передача такого рода информации, получаемой от развернутой сети автономных многофункциональных модулей, размещаемых стационарно и на подвижных носителях.

3. Диагностика фактического технического состояния стационарных автономных универсальных модулей, в том числе и замена (зарядка) элементов питания долговременных средств оборудования морских акваторий, развернутых в подводном пространстве.

4. Обеспечение стойкости к чрезвычайным ситуациям. Автоматизированная система должна в полном объеме сохранять свою работоспособность при воздействии неблагоприят-



Концепция построения автоматизированной информационной системы экологического мониторинга морских акваторий с применением автономных технических средств и робототехнических комплексов: 1 – привязной аэростат; 2 – региональный информационно-аналитический центр; 3 – станция космической связи; 4 – радиосети КВ-диапазона; 5 – беспилотный летательный аппарат; 6 – космический аппарат; 7 – радиосети УКВ-диапазона; 8 – спутниковый радиоканал; 9 – автономный многофункциональный модуль с передачей информации через границу среды по радиоканалу; 10 – автономный необитаемый подводный аппарат с системой контроля параметров среды; 11 – донный автономный многофункциональный модуль; 12 – автономный гидроакустический ретранслятор; 13 – многофункциональный модуль кабельного типа; 14 – цифровые гидроакустические каналы передачи информации

ных факторов, обусловленных возникающими чрезвычайными ситуациями техногенного и природного характера.

5. Обеспечение стыковки информационных потоков, поступающих от различных элементов системы освещения экологической обстановки, информационных центров с техническими средствами элементарного пользователя. Такое объединение информационных потоков создает предпосылки к созданию *информационного района*. В данном приложении такие системы можно рассматривать как единую *глобальную сетевую информационную систему* на федеральном и региональном уровнях. В качестве возможных способов объединения и концентрации информационных потоков могут быть предложены:

- обеспечение физической стыковки посредством подключения к стыковочным узлам *информационного района*;

- обеспечение устойчивой циркуляции информационных потоков между центрами комплексов информации, развернутыми системами освещения экологической обстановки, мониторинга среды и элементарного пользователя посредством спутниковых либо радиоретрансляционных систем передачи информации;

- обеспечение объединения информационных потоков, поступающих от развернутых технических средств, посредством гидроакустического канала передачи информации.

6. Обеспечение проведения антитеррористических мероприятий. В данном случае – система может применяться для:

- оценки и прогнозирования состояния природной среды под влиянием факторов, обусловленных действиями террори-

стического характера (взрывы и организация утечек вредных (ядовитых) веществ из хранилищ, резервуаров и др.), а также специальных действий, направленных на распространение таких веществ в пределах морских акваторий;

- обеспечение локализации источников загрязнения, наведение сил и средств, предназначенных для устранения вышеуказанных воздействий.

7. Решение задач подготовки и обучения персонала органов государственного управления, федеральных министерств и ведомств, региональных контролируемых органов, в том числе:

- проверка функционирования автоматизированной информационной системы экологического мониторинга в ходе проведения комплексных специальных учений;

- отработка методов экологического мониторинга и системы государственного управления в ходе проведения учений;

- отработка навыков и повышение профессиональной подготовки персонала (в том числе и профессиональной подготовки квалифицированных кадров в рамках высшего профессионального образования);

- оценка потенциальных возможностей автоматизированной информационной системы экологического мониторинга и составляющих ее технических средств в реальных условиях.

8. Применение автоматизированной информационной системы экологического мониторинга для обеспечения проведения прикладных научных исследований и испытаний перспективных элементов технических средств и систем, входящих в ее состав. Данная задача является разноплановой и объединяет в

себе многие из задач, рассмотренных выше. В качестве одной из главных можно рассматривать разработку перспективных методов и способов ведения автоматизированного экологического мониторинга морских акваторий и создания перспективных образцов технических средств.

Концепция формирования информационных районов автоматизированной системы экологического мониторинга

Рассмотрев основные задачи, решение которых будет весьма эффективным при условии применения автономных технических средств и робототехнических комплексов, стоит акцентировать внимание на основных направлениях интеграции таких систем в существующую систему мониторинга морских акваторий. Возможно, это приведет к кардинальной трансформации современных взглядов на приемы и методы ведения экологического мониторинга морских акваторий в целом. Основная причина этих проявлений – активное внедрение и использование в данной сфере передовых информационных технологий. Стоит отметить, что в настоящее время во всех областях развития современного общества наблюдается ярко выраженная тенденция конвергенции, то есть слияния (универсализации) технических средств по своему назначению и придания им многофункциональности в решении различного рода задач. В области экологического мониторинга также можно проследить проявления такой тенденции. Вместе с тем на развитие и формирования облика совре-

менных технических средств, а также методов их применения в интересах экологического мониторинга определяющее влияние накладывает бурное развитие и внедрение в повседневную жизнь информационных технологий. В ряде случаев информационные технологии являются фактором, определяющим развитие и последующее внедрение перспективных методов и способов ведения экологического мониторинга. Проявление глобальной информатизации в данной области наблюдается прежде всего в переносе ряда задач, решаемых в ходе ведения экологического мониторинга, в информационную среду. Так, достижение ключевой цели экологического мониторинга по минимизации ущербов, наносимых экосистеме, может быть достигнуто только на основе анализа достоверной, своевременной и полномасштабной информации о ее состоянии, что в первом приближении позволяет рассматривать современные методы организации и ведения экологического мониторинга с точки зрения теории информации.

Таким образом, в настоящее время назрела объективная потребность рассмотрения территорий, на которых осуществляется ведение экологического мониторинга, в контексте создания *информационных районов* с границами, в пределах которых осуществляются полный мониторинг параметров окружающей среды и прогнозирование возможных сценариев развития экологической ситуации в совокупности с выработкой адекватных ответных действий, позволяющих предотвратить негативные воздействия на экосистему. В этой связи рассмотрим концепцию создания *информационных районов*, которые смогут входить в состав

региональной системы экологического мониторинга морских акваторий.

Информационный район автоматизированной системы экологического мониторинга – это обособленный участок пространства, в пределах которого формируется информационное поле, являющееся совокупностью информационных потоков, поступающих от различных технических и экспертных элементов системы, а также информационных центров, объединенных между собой посредством каналов передачи информации, обеспечивающих достоверное, полное и своевременное представление об экологической обстановке, позволяющее эффективно прогнозировать и предотвращать ущерб, наносимый экосистеме. В данном случае под понятием «информационное поле» стоит понимать набор информации, определенным образом классифицированный и объединенный в информационные массивы, имеющие целевое назначение.

Основным целевым назначением информационного района является эффективное использование природных ресурсов в совокупности с противодействием антропогенным факторам, воздействующим на морскую экосистему, а также предотвращение либо минимизация ущербов от этих воздействий в пределах единично взятого района либо их совокупности. Одним из важнейших свойств, присущих информационному району, является способность к концентрации информационных ресурсов в направлении наиболее опасных угроз.

В зависимости от масштабов решаемых задач при проведении экологического мониторинга морских акваторий информационные районы могут различаться по своему назна-

чению, например, локальные, региональные либо глобальные информационные районы. Имеет место и более тонкая классификация, например, по типам информационных полей, в пределах которых формируются информационные потоки: химические, физические, оптические, биологические, гидроакустические и др.

При создании информационных районов необходимо обеспечить возможность предоставления элементарному пользователю доступа ко всем информационным ресурсам, сформированным в пределах информационного поля района или их совокупности. В качестве такого элементарного пользователя может выступать любой гражданин РФ, руководство предприятий и организаций, осуществляющих хозяйственную деятельность, контролирующие органы местного, регионального и федерального уровня, заинтересованные ведомства различных уровней.

Основные принципы построения информационных районов автоматизированной системы экологического мониторинга на основе автономных технических средств и робототехнических комплексов.

1. *Концентрация информационных ресурсов* основывается на необходимости комплексного использования информационных ресурсов в пределах информационного района, что достигается максимально возможным охватом всех освоенных на сегодняшний день составляющих электромагнитного спектра, химических, физических и биологических индикаторных показателей, а также возможности управления плотностью информационных полей в лю-

бом из интересуемых направлений.

2. Взаимосвязанность составных элементов информационного района основывается на применении различных сочетаний каналов передачи информационных потоков, циркулирующих в пределах информационного района с их автоматической маршрутизацией и резервированием.

3. Децентрализованное размещение и распределение информационных ресурсов в пределах информационного района основывается на возможности привлечения информационных ресурсов, находящихся за пределами сформированного информационного района, в сочетании с предоставлением своей информации другим потребителям. Реализуется предоставлением элементарному пользователю доступа к информационным ресурсам информационного района с возможностью концентрации плотности информационного поля в направлении возникающих угроз.

4. Прогнозируемость сценариев развития ситуаций. Заключается во всестороннем использовании данных мониторинга геофизических (геоэкологических) параметров среды, оказывающих влияние на сценарии развития экологической обстановки и позволяющих достоверно оценивать и прогнозировать их возможные варианты развития при любых изменени-

ях геофизических (геоэкологических) параметров среды.

5. Сбалансированное построение структуры информационного района заключается в выборе оптимального сочетания автономных технических средств, робототехнических комплексов, являющихся элементами системы освещения экологической обстановки, каналов передачи информационных потоков и экспертных систем, обеспечивающих эффективное использование природных ресурсов в совокупности с противодействием антропогенным факторам, воздействующим на морскую экосистему, а также предотвращение либо минимизация ущерба от этих воздействий в пределах отдельно взятого района либо их совокупности, обеспечивая при этом стойкость системы к воздействию чрезвычайных факторов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе показано, что в настоящее время созданы объективные предпосылки, позволяющие приступить к созданию и технической реализации автоматизированной информационной системы экологического мониторинга морских акваторий. Эффективное решение задачи по обеспечению непрерывного экологического мониторинга возможно только с применением автономных технических средств и робототехнических комплексов, позволяющих кон-

тролировать экологическую обстановку на морских акваториях в масштабе времени, близком к реальному.

В работе рассмотрены основные задачи, которые призвана решать региональная автоматизированная система экологического мониторинга морских акваторий и вводится понятие ее территориально-распределенных кластеров, получивших название информационных районов.

На основе анализа задач, решаемых системой экологического мониторинга, сформулированы принципы ее построения. Стоит отметить, что на данном этапе исследований они являются весьма общими и их трактовка, конечно же, будет трансформироваться по мере проведения дальнейших исследований в интересах создания подобного рода систем. Вместе с тем результаты проведенных в данной работе теоретических исследований являются необходимым этапом, позволяющим приступить к: уточнению и обоснованию состава компонент, формирующих региональную автоматизированную систему, анализу структуры информационного обмена между ее компонентами и внешними потребителями информации, разработке тактико-технических требований и обоснованию тактико-технических характеристик основных элементов автоматизированной системы экологического мониторинга морских акваторий.

