

На правах рукописи

ГУРАЛЬНИК ДМИТРИЙ ЛЕОНТЬЕВИЧ



**СОЗДАНИЕ И ВНЕДРЕНИЕ В ПРАКТИКУ
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ И МОНИТОРИНГА
СУДОВЫХ ПРИРОДООХРАННЫХ КОМПЛЕКСОВ**

Специальности: - **03.00.16** - Экология
- **05.11.13** - Приборы и методы кон-
троля природной среды, веществ, ма-
териалов и изделий

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
доктора технических наук

Санкт-Петербург

2004

Работа выполнена в Закрытом акционерном обществе "Ассоциация предприятий морского приборостроения"

Научный консультант: Доктор технических наук,
профессор Бегак Олег Юрьевич

Официальные оппоненты: Доктор технических наук, профессор
Добротворский Александр Николаевич

Доктор технических наук, старший научный
сотрудник Родин Геннадий Александрович

Доктор технических наук, профессор
Сидоренко Владимир Михайлович

Ведущая организация: Санкт-Петербургский научно-
исследовательский Центр экологической
безопасности РАН

Защита состоится 30.09.2004 в 10⁰⁰ на заседании диссертационного совета Д 230.212.11 при Государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования Санкт-Петербургском технологическом институте (техническом университете) по адресу: 190013, Санкт-Петербург, Московский пр., 26

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Санкт-Петербургского технологического института (технического университета)

Отзывы на автореферат в одном экземпляре, заверенном печатью, просим направлять по адресу: 190013, Санкт-Петербург, Московский пр., 26, Ученый совет или по факсу (812) 259-48-37

Автореферат разослан 27 августа 2004 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 230.212.11
кандидат технических наук



Озерова Е.М.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Экологическая безопасность - одна из стратегических задач нашего государства. Повышенные антропогенные нагрузки в районах крупных промышленных центров, портов и местах базирования объектов Вооруженных Сил (ВС) РФ привели к тому, что проблема своевременного выявления и оценки уровня загрязнения водных объектов для последующей локализации очагов загрязнений и предотвращения негативных экологических последствий приобрела в конце XX - начале XXI века особую актуальность.

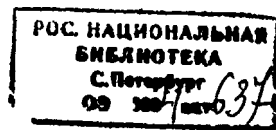
До последнего времени возможности практического решения указанной проблемы были ограничены из-за отсутствия технических средств автоматизированного оперативного контроля экологического состояния водной среды. Контроль ограничивался визуальным наблюдением за загрязнениями водной поверхности, использованием традиционных методов и средств, включающих трудоемкий лабораторный анализ проб методами "мокрой" химии.

Результатами этой работы показано, что реализация нового подхода к решению проблемы контроля экологического состояния водных объектов и обеспечения их экологической безопасности может быть эффективно осуществлена с помощью судовых природоохранных комплексов (СПК), позволяющих производить комплексное автоматизированное оперативное измерение основных показателей состава и свойств воды непосредственно на местах инспектирования состояния загрязненности акваторий.

Реализация этих преимуществ СПК для экологического контроля гидросферы и определяет актуальность данной диссертационной работы.

Цель работы, в соответствии с вышеизложенным, состояла в разработке методологических и инструментальных основ оперативного экологического контроля водных объектов с использованием мобильных носителей, создании на этой основе автоматизированных СПК и внедрении их в практику.

Для достижения поставленной цели :



- систематизированы основные виды техногенных воздействий на водные объекты, проанализирована и оценена эффективность существующих методов экологического контроля;

- обоснован приоритетный перечень контролируемых экологических показателей для СПК;

- разработана и обоснована концепция построения, технический облик, структура и базовый состав СПК;

- разработана методология автоматизированного оперативного контроля экологического состояния водных объектов на основе СПК;

- разработаны и обоснованы требования к методам контроля и приборам, на базе которых созданы новые средства измерения (СИ) и система непрерывного пробоотбора (СНП), обеспечивающие в составе СПК реализацию разработанной методологии оперативного экологического контроля;

- созданы новые методы и алгоритмы обработки многоканальной информации СПК на основе геоинформационных технологий (ГИС);

- сформулированы основные направления работ и разработана методология использования СПК при решении природоохранных задач;

- подтверждена обоснованность осуществленных научно-технических решений в натуральных условиях на основе специально созданного экспериментального образца СПК;

- по результатам широкомасштабных экспедиционных работ в различных регионах России показана высокая эффективность разработанных методов и средств оперативного экологического контроля с использованием СПК, установленных на судах различных проектов.

Научная новизна работы заключается в том, что в ней впервые:

- разработана концепция автоматизированного оперативного экологического контроля и мониторинга водных объектов на основе мобильных носителей, нацеленная на обеспечение экологической безопасности водных объектов;

- сформулированы требования и разработаны научно-обоснованные предложения по-техническому облику и структуре СПК как открытой системы

в модульном исполнении, состав которой может варьироваться в зависимости от круга решаемых задач и характера водного объекта;

- разработаны и обоснованы требования, предложены научно-методические и технические решения, на основе которых созданы СИ и СНП для СПК, разработаны новые методики стендовых и натуральных испытаний;

- созданы методы и алгоритмы автоматической обработки многоканальной информации СПК на базе ГИС, позволяющие осуществлять непрерывное многопараметрическое горизонтальное профилирование акваторий одновременно на разных глубинах, получать данные по распределению показателей состава и свойств воды по площади акватории, выявлять аномальные зоны и разграничивать воды разного происхождения, устанавливать корреляционные связи между измеряемыми показателями, классифицировать типы источников техногенных загрязнений.

Практическая значимость и реализация результатов работы:

- впервые разработаны, изготовлены и введены в эксплуатацию СПК - уникальные автоматизированные комплексы оперативного экологического контроля водной среды, составляющие основу приборно-методического оснащения судов природоохранного флота России и обеспечивающие получение информации в реальном масштабе времени с привязкой к географическим координатам. Комплексы эксплуатируются инспекциями МПР РФ и экологическими службами ВС РФ;

- сформированы базы экологических данных по основным показателям качества воды для Волги, Северного Каспия, Невско-Ладожской водной системы, оз. Байкал и других водных объектов с помощью СПК на основе единой аппаратно-методической базы в режиме непрерывных многопараметрических измерений;

- разработаны рекомендации и методические указания по использованию СПК и судна-носителя при решении различных природоохранных задач экологическими службами ВС РФ и инспекционными органами Министерства природных ресурсов (МПР) РФ;

- утверждены в качестве типа средств измерения и зарегистрированы Госстандартом РФ в Государственном реестре специально разработанные СИ, сертифицирована СНП, используемая в составе СПК;

- созданы учебные пособия и методики, разработаны и внедрены в практику специализированные стенды и тренажеры, обучены операторы территориальных комитетов МПР РФ и органов ВС РФ, использующих созданные технические средства;

- проведены комплексные экспедиции по изучению экологической обстановки в акваториях, наиболее подверженных техногенному воздействию, в частности, бассейна Средней и Нижней Волги, Северного Каспия, Азовского моря, Северо-Западного региона, а также особо охраняемых водных объектов (озеро Байкал);

- суда, оснащенные СПК, внедрены в практику работ по определению воздействия на окружающую среду (ОВОС) при разработке технико-экономических обоснований строительства новых портов и сложных гидротехнических сооружений, а также для оперативного контроля экологической обстановки в режиме аварийных и чрезвычайных ситуаций, в том числе, в составе авиационно-корабельного комплекса экологического контроля.

Разработанные научно-методические и практические рекомендации, предложения и методики, результаты широкомасштабных натуральных исследований реализованы при выполнении научно-технических программ по созданию и освоению судовых природоохранных комплексов и оснащению ими природоохранного флота России в ЗАО "Ассоциация предприятий морского приборостроения", ЗАО "Научно-производственное объединение. "Гранит-НЭМГГ, ЗАО Гранит-7", ОАО "Морской завод "Алмаз", ФГУП "ВостСибНИ-ИГГиМС" МПР РФ, специализированных морских инспекциях МПР РФ, что подтверждено соответствующими актами внедрения результатов.

Результаты работы используются в учебных курсах, при выполнении курсовых проектов и дипломных работ в Российском государственном гидрометеорологическом университете, СПб государственном электротехническом

университете (ЛЭТИ), СПб государственном техническом университете, СПб государственном технологическом институте (техническом университете), Военно-космической академии им. А.Ф. Можайского (кафедра военной экологии).

Научные положения и результаты, выносимые на защиту:

1. Методология автоматизированного оперативного контроля и мониторинга экологического состояния водных объектов на основе мобильных носителей и непрерывных многогоризонтных измерений.
2. Концепция построения и создание на основе предложенных схемных и аппаратурных решений СПК - принципиально нового мобильного средства автоматизированного оперативного экологического контроля гидросферы.
3. Выбор и обоснование новых средств аппаратурного обеспечения и системы непрерывного пробоотбора в составе СПК.
4. Методы обработки информации, связанные с качественно новыми возможностями СПК при проведении экологического контроля и мониторинга.
5. Методология использования созданных средств при решении различных природоохранных задач и результаты широкомасштабных экспериментальных исследований, выполненных с использованием СПК в различных регионах страны.

Вклад автора в разработку проблемы. Основные научные результаты, изложенные в диссертации, получены лично автором или при его непосредственном участии, в том числе в экспедиционных работах и при последующей обработке натурных измерений. В публикациях и патентных материалах, выполненных в соавторстве, автору принадлежат идеи и формулировки научных положений как научному руководителю работ.

Апробация работы. Результаты работы докладывались и обсуждались на Научно-технических советах Государственного Комитета по экологии и защите окружающей среды РФ, Министерства охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ, Управления Начальника экологической безопасности ВС РФ, на международных и российских научных конференциях и совещаниях: Научно-технической конференции "Техника и технология защиты окружающей

среды" (Ленинград, 1990); I и II Всероссийских семинарах-совещаниях по вопросам охраны, регулирования и контроля за использованием морской среды и природных ресурсов территориальных вод, континентального шельфа и экономической зоны Российской Федерации (Новороссийск, 1991; СПб, 1992); IX Международном совещании "Автоматизация процессов управления техническими средствами исследования и использования Мирового океана" (СПб, 1994); V и VIII (Юбилейной) Санкт-Петербургских Международных конференциях "Региональная информатика - 96" и "Региональная информатика - 2002" (СПб, 1996; СПб, 2002); Научно-технической конференции "Катера России" (СПб, 1996); Всероссийской научно-технической конференции "Экологический мониторинг. Проблемы создания и развития Единой государственной системы экологического мониторинга (ЕГСЭМ)" (Москва, 1996); Первой Санкт-Петербургской международной конференции "Международные и национальные аспекты экологического мониторинга" (СПб, 1997); IV Международной конференции "Освоение шельфа арктических морей России (РАО-99)" (СПб, 1999); Межвузовской научной конференции "Проблемы эксплуатации вооружения, военной техники и подготовки инженерных кадров ВМФ" (СПб, 2003).

О признании научной общественностью достоверности, научной и практической значимости полученных автором результатов свидетельствует присвоение ему званий лауреата премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники (1995 г.) и лауреата Государственной премии Российской Федерации в области науки и техники (2002 г.)

Публикации. По теме диссертации опубликовано 50 работ, в том числе монография, сборник, 16 патентов и авторских свидетельств, 11 статей в рецензируемых научно-технических журналах.

Структура диссертации. Работа состоит из введения, четырех глав основного текста, выводов, списка литературы, включающего 221 наименование, и приложения. Работа ихтожена на 414 страницах текста, включая 44 таблицы и 70 рисунков.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении формулируется рассматриваемая проблема, обосновывается ее актуальность, формулируются цель и задачи работы, отмечаются положения, характеризующие научную новизну и практическую значимость, приводятся научные положения и результаты, выносимые на защиту, излагается краткое содержание диссертации.

В первой главе рассмотрено экологическое состояние акваторий Невско-го-Ладожского, Арктического и Волжского бассейнов, районов озера Байкал и Севастопольской бухты, испытывающих значительные техногенные нагрузки. Проведены анализ и классификация источников, объемов, состава поступлений загрязняющих веществ (ЗД) в акватории от береговых и подвижных объектов. Проанализированы традиционные методы, используемые для контроля экологического состояния акваторий, отмечены их длительность и трудоемкость.

Показано, что традиционный подход не обеспечивает необходимую производительность, оперативность и представительность результатов наблюдений и, следовательно, в большинстве случаев не может адекватно отражать реальную картину техногенного воздействия на окружающую среду, обеспечивать решение задачи прогнозирования экологической ситуации и служить основой для принятия управляющих решений, что в конечном итоге и является целью экологического контроля и мониторинга. Существенное увеличение сети станций и интенсивности наблюдений с использованием традиционной методологии и технологии выборочного контроля, с учетом масштабов нашей страны, многочисленности водных объектов и потенциальных источников загрязнения, является экономически нецелесообразным.

Научно-техническим направлением, способным обеспечить решение этих задач, является разработка концепции оперативного экологического контроля и мониторинга с использованием мобильных носителей, создание на этой основе СПК и их внедрение в практику природоохранной деятельности. Следует отметить, что традиционные методики предусматривают большое количество ручных операций с использованием неавтоматизированных СИ и ток-

сичных реагентов. В условиях мобильных носителей, в частности природоохранных судов, характеризующихся повышенными механо-климатическими нагрузками, использование таких средств становится практически невозможным.

Предложен и обоснован приоритетный перечень контролируемых параметров для СПК. Отмечены их отличительные особенности, использование которых позволяет принципиально по-новому решать вопросы контроля экологического состояния акваторий с учетом получения результатов - измерений и возможности принятия решения на месте инспектирования. Определены и сформулированы основные направления работ с использованием СПК в системе государственных природоохранных органов и экологических служб ВМФ.

В составе экологических служб ВМФ суда, оборудованные СПК, обеспечат решение специфических задач, стоящих перед этими службами: контроль за выполнением требований по предотвращению загрязнения акваторий за счет военной деятельности; контроль за воздействием на природную среду при проведении учений и походов, испытаниях и отработке новой техники, утилизации и хранении списанных кораблей и судов и т.д.

Вторая глава посвящена разработке концепции оперативного автоматизированного экологического контроля водных объектов на основе мобильных носителей и ее аппаратурно-методической составляющей. Исследования показали, что практическая реализация этого подхода может быть осуществлена путем разработки и создания принципиально нового автоматизированного комплексного средства экологического контроля - СПК. Кроме измерения основных гидрофизикохимических показателей (ГФХП) и концентрации ЗВ, которые осуществляются непосредственно на месте инспектирования по ходу движения судна-носителя аппаратуры одновременно на разных глубинах, СПК должен обеспечивать возможность наблюдения и диагностики изменений физико-химических свойств поверхности и толщи воды, являющихся следствием загрязнений. Эти изменения включают появление на поверхности воды пятен нефти и нефтепродуктов, а в толще воды - взвешенных частиц, инородных

включений и т.д. Необходимо обеспечить и количественную составляющую этих наблюдений, например, определение толщины пленки нефтепродуктов, геометрические размеры пятна и объем попавших в акваторию нефтепродуктов, а в толще воды определять размеры факела загрязнения и глубину его нахождения. В автоматическом режиме должны осуществляться обработка информации, ее сбор и хранение, а в случае необходимости - отбор проб для дальнейшего анализа.

Основу разработанной концепции составляет **совокупность принципов построения технических средств** автоматизированного оперативного контроля экологического состояния водных объектов, направленных на повышение производительности, эффективности, полноты и объективности контроля, повышения статистической обеспеченности его результатов, в том числе:

- **мобильность**, т.е. выполнение экологического контроля в реальном масштабе времени по ходу движения судна;

- **многогоризонтность**, т.е. осуществление измерений как одновременно, так и попеременно на разных горизонтах (глубинах) по ходу движения судна;

- **непрерывность измерений in situ** с использованием заглубляемых преобразователей и на борту судна - за счет непрерывной подачи проб воды с разных глубин к проточным анализаторам;

- **многоканальный** (многопараметрический) **режим измерений**. показателей состава и свойств водной среды;

- **анализ, обработка и выдача пользователю в реальном масштабе времени** больших массивов многопараметрической экологической информации непосредственно на борту судна-носителя в процессе выполнения им природоохранных задач;

- **двухступенчатый режим экологического контроля**, включающий на первом этапе - непрерывные автоматизированные экспрессные измерения, получение и обработку информации на борту судна и принятие решения об обнаружении зоны загрязнения; на втором этапе - отбор проб по показаниям экс-

прессных методов и детальный анализ с использованием стандартных аналитических методов и приборов.

Структура концепции (методологии) оперативного экологического контроля с помощью СПК приведена на рис.1, иллюстрирующем основные принципы методологии, способы и средства ее реализации, направления работ с использованием СПК, объекты контроля и схему взаимодействия с другими средствами экологического контроля. Обоснованы требования и разработаны предложения по техническому облику и структуре СПК, определен его базовый состав, в который входят следующие основные средства измерения и устройства, обеспечивающие функционирование комплекса:

- погружные измерители основных ГФХП; - удельной электрической проводимости, температуры, водородного показателя рН, окислительно-восстановительного потенциала Eh, массовой концентрации растворенного кислорода, глубины погружения, конструктивно выполненные в едином корпусе (рис. 2 а, б);

- аппаратуру контроля радиационной обстановки, в том числе, погружные измерители удельной радиоактивности воды (рис. 2 в, г);

- средства экспрессного гидрохимического анализа для автоматизированных измерений концентрации ЗВ на борту судна с использованием техники проточного анализа (рис. 2 д, е, ж) в потоке непрерывно отбираемых с разных глубин проб воды с помощью СНП;

- специализированный комплекс средств, обеспечивающий заглублиение и буксировку измерителей ГФХП и других параметров, непрерывный пробоотбор с различных глубин при движении и стоянке судна и доставку проб к средствам экспрессного гидрохимического анализа (рис. 2 з, и, к, л);

- дистанционные средства контроля, включающие аппаратуру оптического лоцирования водной поверхности для обнаружения пленок нефти и нефтепродуктов и комплект приборов для отбора проб с поверхности воды и измерения толщины пленок (рис. 2 м, н, о);

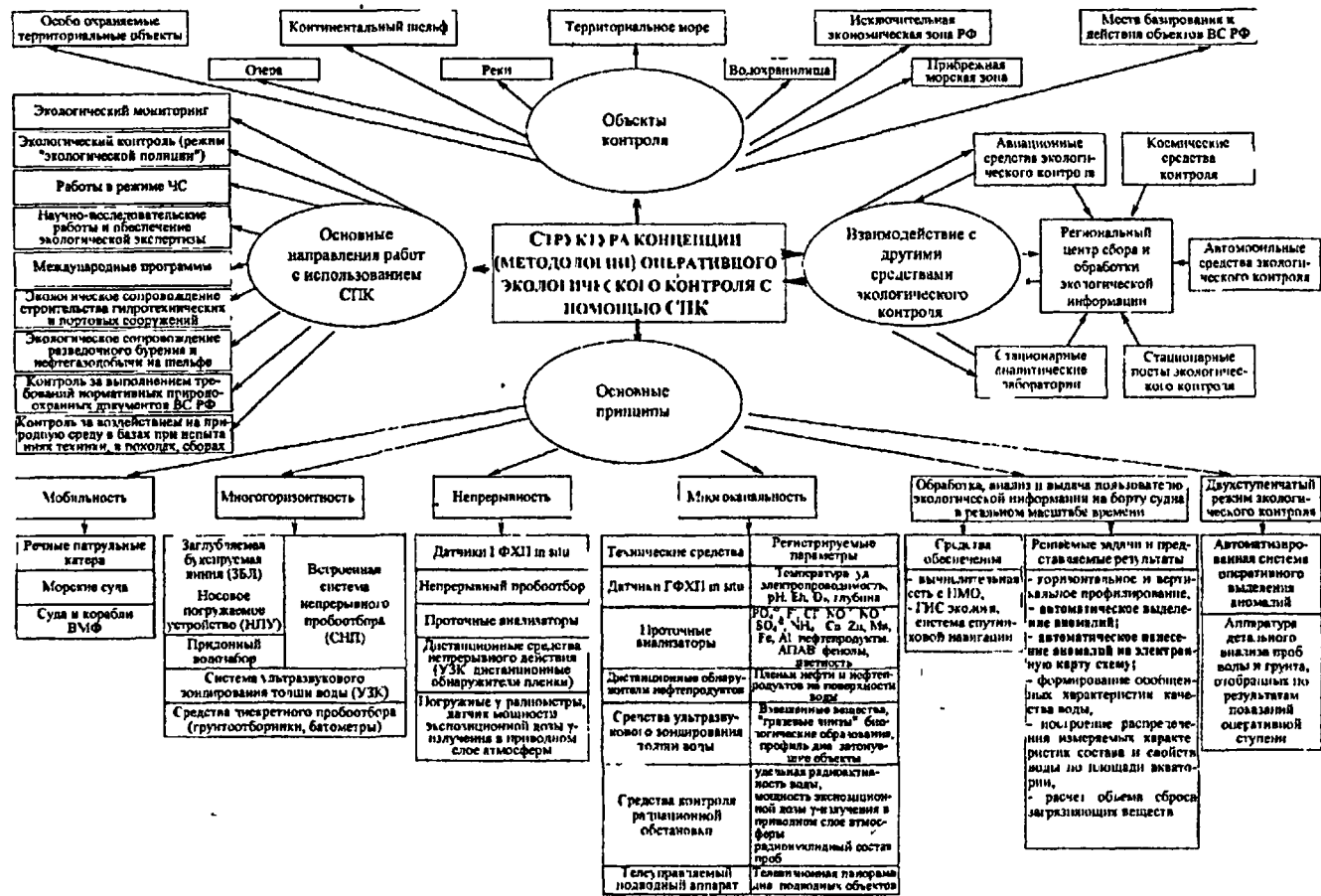


Рис. 1. Структура концепции (методологии) оперативного экологического контроля с помощью СПК

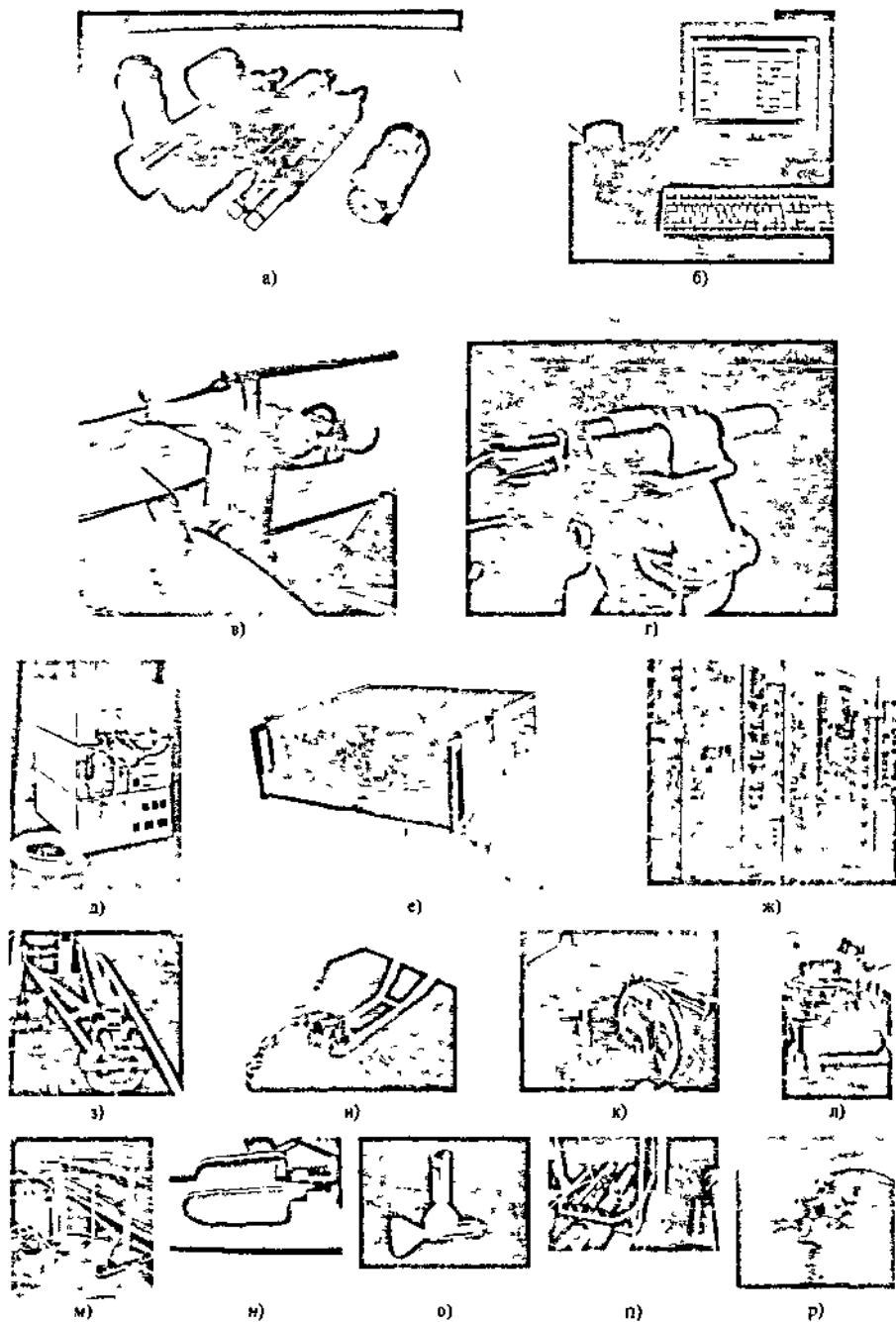


Рис 2. Средства измерения и контроля, непрерывного пробоотбора и устройства буксировки в составе СПК

-средства визуального наблюдения - телеуправляемый подводный аппарат (ТПА), оснащенный видеосистемой передачи цветного изображения на борт судна, или автономная подводная видеосистема (рис. 2 п, р);

-средства анализа и представления информации, включающие центральную вычислительную систему (ЦВС) сбора, обработки, документирования и хранения экологической информации и ГИС эколога;

-стандартные устройства для отбора проб и аналитические приборы для детального анализа отобранных по показаниям оперативных средств контроля проб воды, донных отложений, атмосферного воздуха и почв, требующего предварительной пробоподготовки.

Применительно к конкретному региону, объему и характеру решаемых задач и типу судна-носителя из базового состава выбирается определенный набор аппаратных средств, тем самым реализуется модульный принцип построения комплекса и его "открытость" для наращивания дополнительной аппаратуры, в том числе из состава средств измерения, имеющихся в распоряжении территориальных экологических служб и природоохранных органов.

Для хранения и последующего анализа информации реализована схема, в которой результаты непрерывных измерений показателей состава и свойств поверхностных вод вдоль всего маршрута движения записываются в электронные архивы с частотой квантования 1 Гц. Измерения привязаны ко времени их проведения и географическим координатам с помощью спутниковой навигационной системы, установленной на судне.

Отмечено, что для размещения и эксплуатации СПК впервые в мировой практике спроектированы и построены специализированные суда нового типа - природоохранные суда различных классов.

Модульный принцип построения СПК типа "Акватория" и "Гвоздь-К", отработанный на практике базовый ряд аппаратных средств позволяют решать задачи оперативного экологического контроля водных объектов с использованием практически любых судовых и корабельных носителей, имеющихся в распоряжении территориальных комитетов МПР РФ, Гидрометеослужбы, экологических служб ВС РФ и других ведомств, после соответствующего пере-

оборудования. Общее количество СПК, созданных в период 1990-2003 г.г. и эксплуатирующихся в различных регионах России, составляет 15 единиц.

В третьей главе диссертации рассмотрены методы обработки информации в СПК. Решение широкого круга задач обеспечивается проведением одно-временного непрерывного измерения большого числа показателей состава и свойств воды в реальном масштабе времени в режиме движения судна-носителя. Огромный объем получаемой при этом информации (до 30-ти непрерывно получаемых характеристик на каждом из горизонтов измерения) вызвал необходимость разработки новых специальных методов и алгоритмов автоматической обработки и анализа этой информации, представления результатов измерений в удобном для восприятия оператором виде, архивирования результатов и документирования итогов работ. Реализация этих методов и алгоритмов потребовала широкого использования современной вычислительной техники и разработки соответствующего программно-математического обеспечения

Обработка информации в СПК базируется на методах и алгоритмах, трансформированных к автоматическому непрерывному режиму измерений по ходу движения судна. Кроме того, разработаны специальные методы, связанные с использованием качественно новых особенностей СПК - таких, как многоканальность, мобильность, многогоризонтность и т.д.

Организация обработки информации в СПК обеспечивает решение поставленных задач в различных режимах работы - при патрулировании на разных скоростях хода, работе в режиме позиционирования - в точке на якорной стоянке или в дрейфе, на переходах в район патрулирования и т.д. Такое разнообразие видов и режимов работы требует большой гибкости и оперативности в организации обработки информации в комплексе, что достигается возможностью подключения тех или иных измерительных каналов в зависимости от решаемой задачи и условий работы, широким варьированием способов поканальной и межканальной обработки.

Используемые в системе алгоритмы обеспечивают разнообразные методы визуализации информации, автоматическое наложение результатов на элек-

тронную карту. Автоматическая привязка всех результатов измерений ко времени и к географическим координатам места измерения обеспечивается с помощью информации спутниковой навигационной системы. Интерфейс "Оператор-система" обеспечивает мультивариантное представление информации, что дает возможность оператору выбрать тот вид представления, который он сочтет удобным для анализа поступающей информации. При этом достигается легкость и удобство перехода от одного вида представления к другому и возврат к исходному варианту. В СПК предусмотрено ведение электронного вахтенного журнала и электронного архива, в который заносятся текущие результаты измерений, автоматически привязанные к географическим координатам места и времени проведения измерений.

Входными данными для алгоритмов определения ГФХП являются сигналы, пропорциональные напряжению чувствительных элементов соответствующих погружных датчиков. Пересчет величин напряжений в размерные значения ГФХП производится по соответствующим алгоритмам с учетом констант, определенных при метрологической аттестации измерительных каналов. Так определяются значения температуры, удельной электропроводимости, массовой концентрации растворенного кислорода, водородного показателя, окислительно-восстановительного потенциала, удельной радиоактивности воды. Наряду с непосредственно измеряемыми параметрами водной среды в комплексе предусмотрена возможность определения расчетным путем солености (степени минерализации) и относительного содержания растворенного кислорода.

Алгоритмы обработки информации от проточных анализаторов обеспечивают проведение расчета концентрации ЗВ в потоке воды, поступающей на борт судна с помощью СНП. Алгоритмы обработки информации УЗК и оптического локатора водной поверхности обеспечивают автоматическую обработку, визуализацию и архивирование информации этих каналов, автоматическое определение наличия на поверхности воды нефтяной пленки по уровню коэффициента отражения светового потока от водной поверхности.

Важным этапом обработки и анализа текущей информации в СПК является автоматическое выделение участков акватории с аномальными значениями определяемых показателей. Алгоритмы автоматического выделения аномалий и удобный вид их представления существенно облегчают работу оператора, обращают его внимание и позволяют сосредоточиться на наиболее значимых в данный момент измерительных каналах и участках акватории. В комплексе могут быть одновременно использованы три различных способа выделения аномалий: по жесткому порогу, устанавливаемому в соответствии с действующими нормативами (например, на уровне предельно-допустимых, концентраций - ПДК), по расчетному порогу, устанавливаемому оператором в соответствии с реальной ситуацией, складывающейся в акватории, а также по адаптивному порогу. Величины расчетного порога N определяются по формуле:

$$N \approx C_1 m + C_2 \sigma, .$$

где m - математическое ожидание сигнала на фоне; σ - среднеквадратичное отклонение сигнала на фоне.

При использовании алгоритма выделения аномалий над адаптивными порогами математическое ожидание и среднеквадратичное отклонение вычисляются в соответствии с формулами экспоненциального усреднения:

$$m_{i+1} \approx (1-\alpha) \cdot m_i + \alpha X_{i+1},$$

где m_i, m_{i+1} - усредненные значения параметра X в i -й и $(i+1)$ -ый моменты времени; α - коэффициент, определяющий постоянную времени усреднения.

Получение горизонтального среза данных по акватории за относительно короткий промежуток времени с помощью СПК обеспечивает возможность картирования результатов измерений и, соответственно, анализа пространственной неоднородности вод акватории с детальностью, которая не может быть достигнута с помощью традиционных методов отбора проб. Такое картирование является одним из самых наглядных и информативных результатов экологического контроля и мониторинга, поскольку позволяет выявлять области

максимального загрязнения и источники загрязнения, трассировать факелы сбросов загрязнений, проводить разграничение вод разного происхождения и решать другие природоохранные задачи на акватории. Для картирования результатов измерений, полученных с помощью СПК, в работе предложены алгоритмы экстраполяции, основанные на расчете средневзвешенных значений измеряемых характеристик. В частности, рекомендовано использовать весовые функции вида:

$$W(r) = \frac{1}{r^m}, \quad m > 0$$

где r - евклидово расстояние до точки измерения характеристики.

Общее число одновременно определяемых параметров в комплексе с учетом многогоризонтной структуры СПК может превышать несколько десятков. Для повышения эффективности работы комплекса разработаны специальные алгоритмы межканальной обработки информации, обеспечивающие агрегирование и совместный анализ информации по совокупности выбранных оператором измерительных каналов. Теоретически показана и на экспериментальном материале подтверждена целесообразность использования в зависимости от вида решаемой задачи следующих обобщенных характеристик:

$$Q_i(x) = \sum_{j=1}^n \frac{\mu_{ij} - \mu_{i0}}{\sigma_j^2} \cdot x_j, \quad \text{или} \quad Q(x) = \sum_{j=1}^n \frac{(x_j - \mu_{ij})^2}{\sigma_j^2},$$

где x_j - j -й измеряемый параметр; μ_{i0} - математическое ожидание i -го параметра на фоновых участках акватории; μ_{ij} - математическое ожидание i -го параметра на загрязненных участках акватории; σ_j - среднее квадратичное отклонение j -го параметра; n - число измеряемых параметров.

Использование СПК открывает новые возможности при решении актуальных задач обнаружения экологических аномалий техногенного происхождения и классификации типа их источника (мобильный или стационарный) непосредственно в контролируемой акватории. Разработанный для этого алгоритм обработки информации при решении задачи, например, по полю удель-

ной электропроводимости воды, сводится к вычислению и сравнению с порогом статистики вида:

$$\Lambda\{x(t)\} = \frac{1}{2 \cdot \sigma^2 \cdot \omega_0} \cdot \int_{-T}^T [\omega_0^2 + 2 \cdot \alpha \cdot (1 - 2 \cdot \alpha \cdot t^2)] \cdot e^{-\alpha t^2} \cdot x(t) dt, \quad -T \leq t \leq T, \quad T = 3 \cdot \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \alpha}},$$

где $x(t)$ - реализация низкочастотной составляющей сигнала преобразователя удельной электропроводимости на интервале наблюдения; ω_0 - частота среза частотной характеристики; α - характеризует пространственный размер источника загрязнения. В качестве значения неизвестного параметра σ^2 используется его \sqrt{T} - состоятельная оценка.

Показано, что новые специальные методы и алгоритмы автоматизированной обработки больших объемов информации в СПК значительно расширяют информационную обеспеченность природоохранных органов.

В четвертой главе изложены методы и разработанные рекомендации по использованию СПК с учетом их отличительных особенностей при решении природоохранных задач, сформулированных в главе 2: экологический контроль и мониторинг, в том числе акваторий большой площади и протяженности, оперативное выявление участков акватории с повышенным антропогенным воздействием, определение характера и масштабов изменений экологической обстановки, а также прогнозирования ее развития. В зависимости от поставленной задачи необходимо:

1. Определить перечень используемых измерительных каналов из состава СПК, выбрать параметры и режимы их работы. Например, работы могут проводиться только с использованием дистанционных средств контроля СПК - канала ультразвукового зондирования и прибора дистанционного обнаружения пленок нефти и нефтепродуктов, при этом на скорость движения судна ограничений не накладывается. На других участках могут использоваться носовое погружное устройство и буксируемая линия совместно или по отдельности. В соответствии с этим определяется число и набор измеряемых показателей. Выбираются рабочие параметры измерительных каналов, например, устанавливаются диапазоны работы преобразователя удельной электропроводимости воды ,

мощность излучения канала ультразвукового зондирования и т.д. Исходя из перечня ингредиентов, концентрации которых будут измеряться при инспектировании, и соответствующих методик, определяется состав используемых анализаторов и выбор режимов их работы - проточно-инжекционного (ПИА) или непрерывного проточного анализа (НПА).

2. Определить маршрут движения судна, схему его маневрирования, скорости хода, направления движения при обнаружении аномалий, оконтуривании пятен, выбрать точки работы в дрейфе и на якорной стоянке.

3. Определить состав аппаратуры и устройств, которые используются при работе в точке (на якорной стоянке или в дрейфе) - придонный водозабор, ТПА, устройства для отбора проб воды, отбора донных отложений и т.д.

4. Выбрать методы и параметры оперативной обработки и анализа результатов измерений - способы выделения аномалий, пороговые уровни, параметры адаптации и усреднения и т.д.

5. Задать наиболее подходящие для данного вида работ способы визуализации информации - использование панорамного представления результатов измерений или вывод результатов на графики, способ масштабирования графиков, характер информации, выводимой на электронные карты-схемы и т.д.

6. Определить виды и формы документирования информации, характер записей оператора в бортовой журнал, вид данных, выводимых на печать в ходе выполнения работ на акватории, формы отчетных документов.

7. Сформулировать предложения по способам обработки, анализа и дальнейшего использования информации, получаемой на выходе.

Разработанные рекомендации по принятию решений по перечисленным разделам и составляют основное содержание методов использования СПК. Например, рекомендации применительно к двум основным видам природоохранных работ - мониторингу и работе в режиме "экологической полиции" учитывают существенно различные требования при выполнении этих работ. При мониторинге точность, достоверность, полнота и объем измерений имеют первостепенное значение, а быстрдействие и оперативность получения информа-

ции - подчиненное. Типовые схемы движения судна-носителя по обследуемым акваториям при мониторинге должны покрывать всю обследуемую акваторию по возможности равномерной сеткой.

При решении основных задач, в режиме "экологической полиции", определении виновника загрязнений и подготовке обоснования для осуществления штрафных санкций, первостепенное значение приобретают быстрдействие и оперативность получения результатов измерений, что достигается преимущественным использованием погружных датчиков на этапе поиска. Маневрирование судна осуществляется в районе предполагаемого правонарушения - вблизи стоящих на рейде судов, в гаванях и портах около мест погрузки, в местах водосбросов и т.д.

В главе приведен обширный экспериментальный материал и анализ результатов многолетней натурной апробации СПК, в том числе результатов экологического мониторинга объектов ВС РФ, экологического сопровождения натуральных испытаний военной техники. Проанализированы результаты многочисленных широкомасштабных экспедиционных работ, впервые выполненных природоохранными органами России. На основе полученных результатов созданы и поддерживаются обширные базы данных, используемые для анализа и прогнозирования экологической ситуации в различных регионах страны. В качестве примеров использования СПК в интересах обеспечения экологической безопасности деятельности ВС РФ приведены результаты контроля экологического состояния района Ладожского озера, где выполнялись работы по подъему и удалению из акватории озера судна с жидкими радиоактивными отходами на борту (июнь-июль 1991 г.). С помощью СПК, установленного на борту опытового судна "Заря-2", в непрерывном режиме контролировался уровень удельной радиоактивности воды и других ГФП по всей глубине прилегающей акватории, определялся радионуклидный состав отобранных проб донных отложений, мхов, растительности (рис. 4). Результаты сравнивались с фоновыми замерами, выполненными в других районах Ладоги. С помощью ТПА осуществлялся контроль целостности корпуса. Использование указанных

средств из состава СПК позволило своевременно выявить повышение уровня удельной радиоактивности вблизи судна, при начале его подъема обнаружить трещину в корпусе и предотвратить возникновение опасной экологической ситуации.

Следует отметить, что результаты лабораторных анализов проб, выполненных в Ленинграде, поступали к месту проведения работ со значительным временным сдвигом. Использование СПК позволило в сжатые сроки провести сложную операцию с соблюдением требований экологической безопасности.

Другими направлениями использования СПК в интересах ВС РФ являются их применение при контроле за воздействием на природную среду при испытаниях новой техники и контроле экологического состояния военных гаваней. При этом, применение СПК не только обеспечило соблюдение требований по охране окружающей среды, но и позволило предложить методику использования технических средств СПК при проведении поисковых работ.

Периодические обследования экологического состояния военных гаваней Кронштадта и Ломоносова, выполненные с помощью экспериментальных образцов СПК в период 1996–2000 г., позволили оперативно оценивать уровни загрязненности акваторий и формировать необходимые базы данных.

Приведенные примеры применения средств оперативного экологического контроля в интересах ВС РФ послужили основанием для разработки и создания образцов природоохранных комплексов типа "Гвоздь" и "Златица", которыми оснащаются экологические службы ВМФ. На рис. 7 приведено распределение концентрации растворенных нефтепродуктов в Севастопольской бухте, полученное с помощью комплекса "Гвоздь-К2" в декабре 2003 г.

Важным достоинством СПК является возможность получения среза данных на протяженных участках акваторий. На рис. 3 приведены результаты непрерывных измерений ряда показателей состава и свойств воды, полученные на маршруте движения патрульного катера "Экопатруль-2" от Н. Новгорода до Астрахани (июнь 1999 г.).

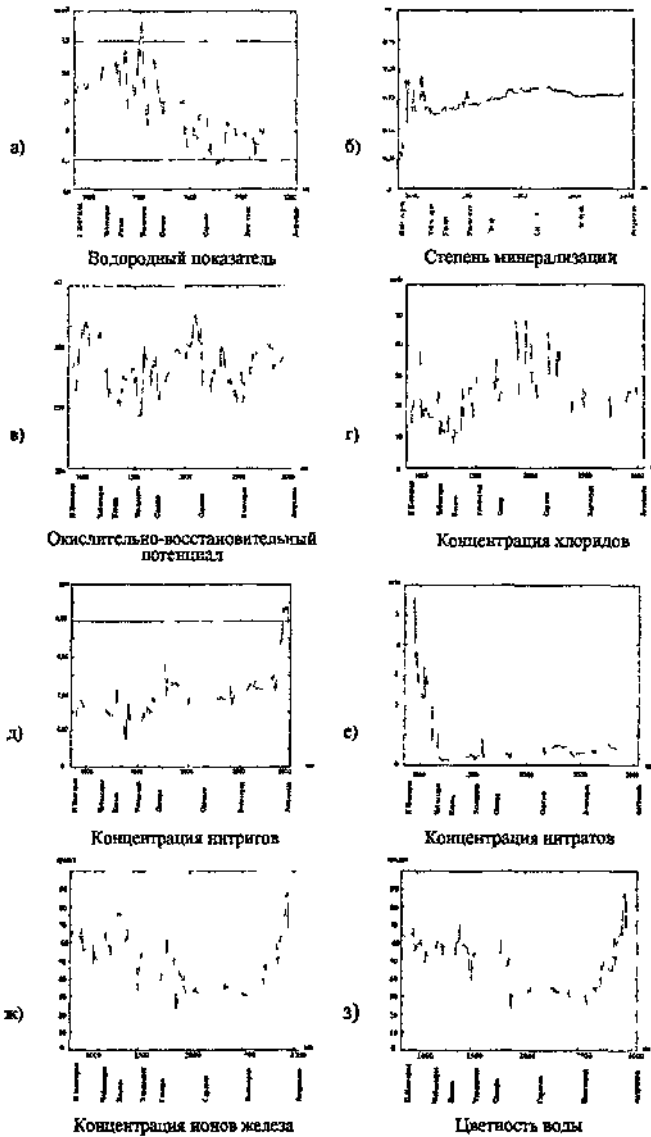


Рис 3 Изменение некоторых показателей состава и свойств воды по маршруту Волжской экспедиции от Н Новгорода до Астрахани

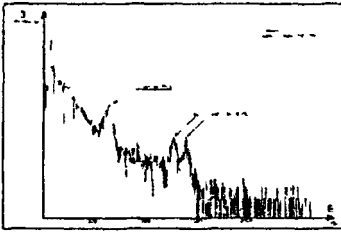


Рис 4 Спектр пробы донного грунта, отобранного у борта ОС «Кит» (1991г)



Рис 5 Распределение нитратов по акватории Невской губы (1991г)

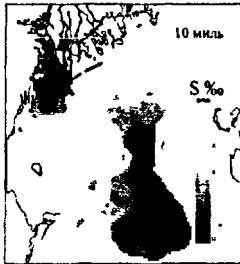


Рис 6 Распределение солёности в акватории Северного Каспия

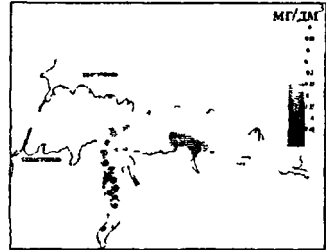


Рис 7 Концентрация растворенных нефтепродуктов в Севастопольской бухте

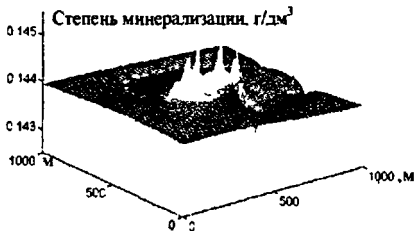


Рис 8 Факел водосброса очистных сооружений г Ульяновска



Рис 9 Вид водовыпуска очистных сооружений г Ульяновска на мониторе канала ультразвукового зондирования

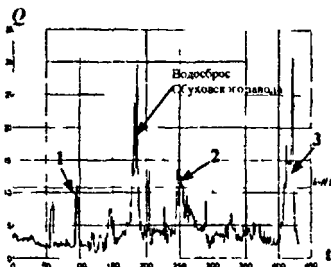


Рис 10 Изменение статистики Q при движении ПК «Экопатруль-1» по Неве (2 – устье р Славянки, 3 – устье р Изжоры)

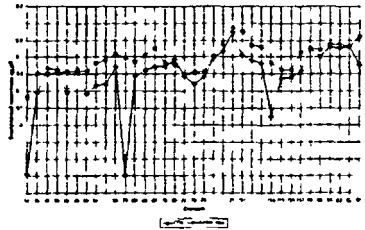


Рис 11 Сопоставление результатов измерения pH с помощью СПК и лабораторных измерений

■ – СПК
◆ – лабораторные измерения

Анализ полученных данных позволил выделить наиболее загрязненные участки волжской акватории, застойные зоны, факелы водосбросов (рис. 8, 9). Повторение маршрута экспедиции на природоохранном судне "Россия" (2001 г.) позволило сопоставить данные по экологическому состоянию волжской акватории. Отмечено статистически значимое увеличение содержания нитритов, ионов аммония. В целом, по совокупности показателей экологическая ситуация изменилась незначительно, география наиболее загрязненных участков сохранилась (устье Оки, практически все крупные промышленные центры).

Использование разработанных методов обработки получаемой в непрерывном режиме многопараметрической информации позволяет в оперативном режиме осуществлять электронное картирование контролируемых показателей по площади акваторий, выделять аномальные участки (рис. 5, 6, 10).

В ходе экспедиционных работ проводилось сопоставление результатов, полученных средствами СПК и методами отбора проб и лабораторных измерений. Статистический анализ показал хорошее, совпадение результатов (рис. 11).

В заключительной части главы приведены технико-экономические выкладки, убедительно показывающие преимущества СПК по сравнению с традиционными методами. Так, например, только на проведение анализа проб, сравнимых по объему с выполненными в волжской экспедиции, потребовались бы затраты, в 25 раз превышающие расходы на всю экспедицию (без учета стоимости отбора и доставки проб).

Приведенные данные свидетельствуют, что внедрение в практику работы природоохранных органов судов, оснащенных СПК, позволило существенно улучшить организацию и эффективность выполнения работ, связанных с экологическим контролем и мониторингом.

Полученные результаты показывают, что впервые разработана, обоснована и внедрена в практику методология оперативного экологического контроля и мониторинга водных объектов на основе новых инструментальных средств автоматизированных СПК.

Выводы:

1. Рассмотрены, проанализированы и систематизированы основные виды техногенных воздействий на водные объекты; оценена эффективность существующих методов экологического контроля, базирующихся на дискретном пробоотборе и последующем лабораторном анализе, отмечена невозможность решения задач оперативного экологического контроля на их основе.

2. Определен и обоснован приоритетный перечень параметров, контролируемых мобильными средствами оперативного экологического контроля и мониторинга - судовыми природоохранными комплексами.

3. Разработана концепция (методология) оперативного экологического контроля водных объектов, базирующаяся на принципах мобильности, многогоризонтности и непрерывности измерений, многопараметрическом режиме, анализе и обработке информации в реальном масштабе времени по ходу движения судна-носителя, двухступенчатом экологическом контроле. Сформулированные принципы направлены на повышение производительности, эффективности и достоверности экологического контроля.

4. Разработана методология использования мобильных средств оперативного экологического контроля в системе природоохранных органов и экологических служб ВМФ, включающая экологический контроль (режим "экологической полиции"), экологический мониторинг, работы в режиме чрезвычайных ситуаций, подготовку данных для экологических экспертиз и экологическое сопровождение строительных работ в акваториях, исследовательские работы, связанные с изучением пространственных и временных изменений концентрации ЗВ, работы в рамках международных соглашений, контроль за выполнением требований нормативных природоохранных документов ВС РФ, обеспечение экологической безопасности деятельности ВС РФ в местах базирования, учений, испытаний новой техники.

5. Разработаны и обоснованы концепция построения, технический облик, структура и базовый состав автоматизированного комплекса оперативного экологического контроля, послужившие основой для создания СПК - принципи-

ально нового средства автоматизированного оперативного экологического контроля, обеспечивающего получение экологической информации непрерывно по ходу движения судна-носителя одновременно на разных глубинах (горизонтах) в реальном масштабе времени по основным классам ЗВ, а также обработку и представление этой информации с помощью ГИС-технологий.

6. Разработаны и обоснованы требования, научно-методические и технические решения, на основе которых созданы новые средства измерения и непрерывного пробоотбора, обеспечивающие в составе СПК реализацию методологии оперативного экологического контроля.

7. Разработаны методы и алгоритмы автоматической обработки многоканальной информации СПК на основе ГИС технологий, обеспечивающие определение по ходу движения судна характеристик водной среды (горизонтальное профилирование), выделение областей аномалий, оценку сброса ЗВ, автоматическое построение распределения показателей качества воды по площади акватории, разграничение вод разного происхождения, трассировку факелов сброса и выявление источников загрязнений и т.д.

8. Разработаны и внедрены в практику методы (модели) использования СПК и судна-носителя при решении природоохранных задач.

9. Подтверждена в натуральных условиях обоснованность предложенных научно-технических решений, представительность и достоверность результатов измерений СПК путем их интеркалибрации с результатами, получаемыми традиционными методами и средствами измерений.

10. Осуществлены широкомасштабные экспедиционные работы в различных регионах России, в том числе, в Северо-Западном регионе, на Волге, в Северном Каспии, Московском регионе, озере Байкал и т.д., обеспечившие формирование и ведение на единой аппаратурно-методической основе обширных баз данных по экологическому состоянию водных объектов.

11. Показана практическая значимость и эффективность созданных СПК, позволяющих осуществлять:

- контроль экологического состояния акваторий значительной площади и протяженности, в том числе расположенных на территории нескольких субъектов Российской Федерации;

- оперативное выявление зон с повышенной антропогенной нагрузкой и источников загрязнения водной среды, а также фактов ухудшения экологической обстановки в результате аварийных ситуаций;

- оперативное определение характера и масштабов изменений экологической обстановки, а также прогнозирование ее развития.

12. Накопленный опыт применения СПК позволил государственным контролирующим органам определить использование автоматизированных комплексов оперативного экологического контроля водной среды типа "Акватория" на различных носителях перспективным и необходимым при осуществлении государственного экологического контроля водных объектов, в том числе, в местах базирования и эксплуатации объектов ВС РФ.

Автор выражает свою глубокую признательность коллегам по работе за поддержку и практическую помощь при выполнении диссертации.

Основное содержание диссертации изложено в работах:

1. Патент № 1837217 с приоритетом от 26.02.1990 г., МКИ G01N27/00. Устройство для контроля загрязнения водной среды. / Веселов А.В., Гуральник Д.Л., Гусев А.В., Дятлов А.Г., Никольцев В.А.- Би №32,1993.

2. Патент № 2030747 с приоритетом от 21.05.1990 г., МКИ G01N33/18. Устройство для экологического контроля загрязнений водной среды../Веселов А.В., Гуральник Д.Л., Гусев А.В., Дятлов А.Г., Кривцов И.Ю., Никольцев В.А. - Би №7,1995.

3. Патент № 2023259 с приоритетом от 12.05.1991 г., МКИ G01N27/00. Способ экологического контроля загрязнений водной среды. /Воронцов А.М., Гуральник Д.Л., Гусев А.В., Кривцов И.Ю., Никольцев В.А., Стрелов В.А., Уланов М.В. - Би № 21,1994.

4. Патент № 2034274 с приоритетом от 30.06.1991 г., МКИ G01N21/64. Устройство для экологического контроля загрязнений водной среды. /Воронцов А.М., Гуральник Д.Л., Гусев А.В., Камышов Ю.А., Кривцов И.Ю., Никольцев В.А., Стрелов В.А., Уланов М.В., Шаповалов Ю.А. -Би № 12,1995.

5. Гуральник Д.Л. Результаты эксплуатации исследовательского комплекса "Акватория" на т/х "Заря-2" в 1990-91 г.г. //Тезисы докладов I Всероссийского семинара - совещания по вопросам охраны, регулирования и контроля за использованием морской среды и природных ресурсов территориальных вод, континентального шельфа и исключительной экономической зоны Российской Федерации, Новороссийск, 1991 г., с. 7-8.

6. АС № 2035394 с приоритетом от 16.12.1991 г., МКИ B63B21/66. Подводный буксир. /Бокулев А.В., Гуральник Д.Л., Пахомов В.Ф., Степанов Б.Н., Шеянов С.С. -Би № 24, 1994.

7. Патент № 2045055 с приоритетом от 13.07.1992 г., МКИ G01N27/416. Многоканальное устройство для контроля жидких сред. / Гарбузов Г.Н., Гуральник Д.Л., Гусев А.В., Кривцов И.Ю., Никольцев В.А., Петров И.Ю., Стрелов В.А., Уланов М.В.- Би №27,1995.

8. Патент № 2035733 с приоритетом от 21.10.1992 г., МКИ G01N27/27. Способ контроля параметров жидких сред. / Гарбузов Г.Н., Гуральник Д.Л., Гусев А.В., Кривцов И.Ю., Никольцев В.А., Петров М.Ю., Степанов Б.Н., Стрелов В.А., Уланов М.В. - Би №14,1995.

9. Гуральник Д.Л. Опыт использования судового природоохранного комплекса при контроле экологической обстановки в районе предполагаемого строительства глубоководного порта в Лужской губе. //Тезисы докладов II Всероссийского семинара-совещания по вопросам охраны, регулирования и контроля за использованием морской среды и природных ресурсов территориальных вод, континентального шельфа и исключительной экономической зоны Российской Федерации, СПб, 1992 г., с. 11-12.

10. АС № 3487 с приоритетом от 04.06.1993 г., МКИ G01N27/27. Многоканальное устройство для контроля жидких сред. / Гарбузов Г.Н., Гуральник

Д.Л., Гусев А.В., Кривцов И.Ю., Никольцев В.А., Петров М.Ю., Степанов Б.Н., Стрелов В.А. -Би № 1,1997

11. Патент № 2057313 с приоритетом от 03.06.1993 г., МКИ G01N1/04. Сбрасываемый пробоотборник. / Бокулев А.В., Гуральник Д.Л., Степанов Б.Н., Шеянов С.С. -Би № 9, 1996.

12. Гуральник Д.Л., Кассациер К.Е., Михайленко Р.Р. Анализ распределения загрязнений Невской губы тяжелыми металлами. // Журнал экологической химии, 1994 г., № 3, с.185...192.

13. Гуральник Д.Л., Гусев А.В., Кассациер К.Е. Основные результаты обследования водного бассейна Ленинградского региона на опытовом судне с автоматизированным комплексом экологического контроля в 1990-94 г.г. //Тезисы докладов IX Международного совещания "Автоматизация процессов управления техническими средствами исследования и использования Мирового океана", СПб, 1994 г., с. 22-23.

14. Гуральник Д.Л., Гусев А.В., Кассациер К.Е. Судовой природоохранный комплекс и его роль в контроле за экологическим состоянием акваторий. //Мониторинг. Безопасность жизнедеятельности, 1995 г., №4, с.28-29.

15. АС № 3041 с приоритетом от 20.03.1995 г., МКИ G01N27/00. Комплекс для контроля экологического состояния акватории. /Гарбузов Г.Н., Гуральник Д.Л., Гусев А.В., Кривцов И.Ю., Иванов А.И., Рахманин М.Н., Степанов Б.Н., Червяков СИ. - Би№ 10, 1996.

16. АС № 3485 с приоритетом от 13.11.1995 г., МКИ G01N1/14. Судовая система водозабора для контроля экологического состояния акватории. / Бегак О.Ю., Брук Б.Я., Гарбузов Г.Н., Гуральник Д.Л., Гусев А.В., Компаниец А.В., Степанов Б.Н. -Би № 1,1997.

17. Гуральник Д.Л., Гусев А.В., Кассациер К.Е. Судовой природоохранный комплекс и его роль в контроле за экологическим состоянием акваторий. // Мониторинг. Безопасность жизнедеятельности, 1996 г. № 1, С.30...33.

18. АС № 5258 с приоритетом от 13.09.1996 г., МКИ G01N33/18. Устройство для экологического контроля загрязнений водной среды. /Бегак О.Ю.,

Гарбузов Г.Н., Гуральник Д.Л., Гусев А.В., Иванов А.И., Рахманин М.Н., Степанов Б.Н. -Би № 10,1997.

19. Гуральник Д.Л., Гусев Л.В., Кассациер К.Е. Информационная система контроля экологического состояния акваторий на базе судового природоохранного комплекса. //Тезисы докладов V Санкт-Петербургской Международной конференции "Региональная информатика-96", СПб, 1996 г., с. 120-121.

20. Гуральник Д.Л. Разработка и создание судовых природоохранных комплексов //Тезисы докладов Всероссийской научно-практической конференции "Экологический мониторинг. Проблемы создания и развития Единой государственной системы экологического мониторинга (ЕГСЭМ)", М., 1996 г., с.19.

21. Гуральник Д.Л., Гусев А.В., Кассациер К.Е., Шлыков Е.И. Мониторинг акваторий Копорской губы Финского залива с помощью судового природоохранного комплекса. //Мониторинг. Безопасность жизнедеятельности, 1997 г., № 1, с 18...20.

22. Гуральник Д.Л., Гусев А.В., Москвин А.Л., Москвин Л.Н.

Оперативный экологический мониторинг акваторий. //Итоговые материалы Первой Санкт-Петербургской Международной конференции "Международные и национальные аспекты экологического мониторинга", СПб, 1997 г., с. 86.

23. Гуральник Д.Л., Конопелько Л.А., Бегак О.Ю., Мешалкин М.А., Тудоровская О.В. Результаты метрологической сертификации анализаторов для судовых комплексов экологического мониторинга "Акватория". //Итоговые материалы Первой Санкт-Петербургской Международной конференции "Международные и национальные аспекты экологического мониторинга", СПб, 1997 г., с. 80.

24. Гуральник Д.Л., Гусев А.В., Михайлов Г.М., Сапрыкин В.Н., Чуйков Ю.С. Опыт использования природоохранного судна "Экопатруль-2" для осуществления водного мониторинга Нижней Волги и Северного Каспия, (часть

П). - Москва - Астрахань, Изд. "Центр экологического образования населения", 1999г., -106с.

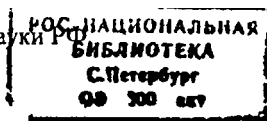
25. Гуральник Д.Л., Жуков И.И., Парилов А.О., Соколов А.А. Геоинформационная система эколога (ГИС эколога). //Тезисы докладов IV Международной конференции "Освоение шельфа Арктических морей России (РАО-99)", СПб, 1999 г., с. 54.

26 Гуральник Д.Л., Кассациер К.Е., Макарова Е.Н., Михайлов Г.М., Сапрыкин В.Н., Сармин И.А., Семенов С.Ю., Чуйков Ю.С. Комплексная оценка экологической обстановки на Средней и Нижней Волге с использованием природоохранного судна "Экопатруль-2". - Астрахань, Изд. Нижневолжского центра экологического образования, 2000 г., - 276 с.

27. Д.Л. Гуральник (руководитель работы). Исследование на стенде метрологических характеристик судового природоохранного комплекса "Акватория" на ПК "Экопатруль-1" и статистический анализ результатов исследований", -СПб, ЗАО АПМП, 2000 г. //Информационная карта НИОКР, отчет инв. № 02.20.00 06 002, ВНИЦ Минпромнауки РФ.

28. Д.Л. Гуральник (руководитель работы). "Участие в комплексных натурных исследованиях состояния акваторий Нижней Волги с помощью судового природоохранного комплекса "Акватория", установленного на патрульном катер "Экопатруль-2". Разработка ПМО базы данных ГИС", -СПб, ЗАО АПМП, 2000 г. //Информационная карта НИОКР, отчет инв. № 02.20.00 05490, ВНИЦ Минпромнауки РФ.

29. Д.Л. Гуральник (руководитель работы). "Отработка методик использования судового природоохранного комплекса "Акватория" при проведении контрольно-инспекторских работ на акваториях Невской водной системы и разработка предложений по методике предъявления исков на основе результатов, полученных с помощью судового природоохранного комплекса "Акватория". -СПб, ЗАО АПМП, 2000 /Информационная карта НИОКР, отчет инв. № 02.20.00 05489, ВНИЦ Минпромнауки РФ.



30. Д.Л. Гуральник (руководитель работы). "Создание головного морского патрульного судна экологического контроля проекта 23107Э1". -СПб, ЗАО АПМП, 2000 г. //Информационная карта НИОКР, отчет инв. № 02.20.00 05488, ВНИИЦ Минпромнауки РФ.

31. Д.Л. Гуральник (руководитель работы). "Разработка рабочей конструкторской документации для изготовления автономного многофункционального комплекса экологического контроля "Акватория-контейнер" и его размещения на носителе для Государственного комитета РФ по охране окружающей среды". -СПб, ЗАО НПО Транит-НЭМП", 2000 г. //Информационная карта НИОКР, отчет инв. № 02.20.00 05467, ВНИИЦ Минпромнауки РФ.

32. Д.Л. Гуральник (руководитель работы). "Создание стенда гидрохимического анализа". -СПб, ЗАО НПО Транит-НЭМП", 2000 г. //Информационная карта НИОКР, отчет инв. № 02.20.00 05466, ВНИИЦ Минпромнауки РФ.

33. Д.Л. Гуральник (руководитель работы). "Разработка научно-технической продукции к подготовке создания Российско-Кипрского Центра Экологического мониторинга". -СПб, ЗАО НПО Транит-НЭМП", 2000 г. //Информационная карта НИОКР, отчет инв. № 02.20.00 05465, ВНИИЦ Минпромнауки РФ.

34. Д.Л. Гуральник (руководитель работы). "Участие в комплексной экспедиции по оценке экологической обстановки водной среды Средней и Нижней Волги с использованием природоохранного судна "Экопатруль-2". -СПб, ЗАО НПО Транит-НЭМП", 2000 г. //Информационная карта НИОКР, отчет инв. № 02.20.00 05464, ВНИИЦ Минпромнауки РФ.

35. Д.Л. Гуральник (руководитель работы). "Разработка и изготовление природоохранного комплекса "Акватория-2М" для судна проекта 16220 НМ". -СПб, ЗАО НПО Транит-НЭМП", 2000 г. //Информационная карта НИОКР, отчет инв. № 02.20.00 05463, ВНИИЦ Минпромнауки

36. Гуральник Д.Л., Гусев А.В., Красный М.Л., Храмушин В.Н. Использование судовых природоохранных комплексов и систем, размещаемых на борту платформы, для непрерывного контроля экологического состояния нефте-

промысловых акваторий. Сборник "Охрана природы, мониторинг и обустройство Сахалинского шельфа". - Южно-Сахалинск, Сахалинское книжное издательство, 2001 г., С.177...180.

37. Д.Л. Гуральник (руководитель работы). Уточнение состава и разработка конструкторской документации оборудования и аппаратуры детальной ступени химического анализа и аппаратуры гидрологических и геофизических измерений и установка указанных оборудования и аппаратуры для расширения функциональных возможностей научно-исследовательского природоохранного судна проекта 23107Э1 зав. № 101. -СПб, ЗАО АПМП, 2001. // Информационная карта НИОКР, отчет инв. № 02.200.200462, Всероссийский- научно-технический информационный центр ВНТИЦ Минпромнауки РФ.

38. Д.Л. Гуральник (руководитель работы). Разработка и изготовление природоохранного комплекса экологического контроля "Акватория-Д" на базе катера ЛК-44 проекта 1459, СПб, ЗАО АПМП, 2001 г. Информационная карта НИОКР, отчет инв. № 02.200.200463, ВНТИЦ Минпромнауки РФ.

39. Д.Л. Гуральник (руководитель работы). Изготовление и подготовка к испытаниям комплекса оборудования для экспресс-контроля загрязненности вод с учетом ПДК для о. Байкал (разработка, изготовление и установка на судне ВостСибНИИГГиМС МПР РФ опытного образца природоохранного комплекса экологического контроля "Акватория-Байкал" и переоборудование указанного судна).- СПб, ЗАО АПМП, 2001 г. //Информационная карта НИОКР, отчет инв. № 02.200.20464, ВНТИЦ Минпромнауки РФ.

40. Гуральник Д.Л., Кассациер К.Е. Информационно-измерительные судовые природоохранные комплексы и некоторые результаты их использования при оценке экологического состояния вод Волги. //Материалы Юбилейной VIII Санкт-Петербургской Международной конференции "Региональная информатика - 2002" г., ч. II, СПб, 2002 г., с. 129 .

41. Гуральник Д.Л. Судовой природоохранный комплекс "Акватория". Новые технологии контроля экологического состояния водных объектов. // Экологические системы и приборы, 2003 г., № 6, с. 12... 17.

42. Гуральник Д.Л., Гусев Д.А. Решение задачи обнаружения экологических аномалий техногенного происхождения и классификация типа их источников с использованием возможностей судовых природоохранных комплексов. // Экологические системы и приборы, 2003 г., № 7, с. 11... 15.

43. Гуральник Д.Л., Кассациср К.Е. Некоторые результаты исследований акваторий Северного Каспия, проведенных на НИС "Россия" с помощью судового природоохранного комплекса. // Экологические системы и приборы, 2003 г., № 8, с. 8. 13.

44. Гуральник Д.Л., Кассациср К.Е. Методические основы построения распределения характеристик состава и свойств воды по площади акватории по данным измерений с помощью судового природоохранного комплекса. // Экологические системы и приборы, 2003 г., № 12, с. 8... 14.

45. Патент на полезную модель № 31557 с приоритетом от 16.04.2003 г., МКИ В63В35/00. Морское патрульное судно для экологического контроля территориальных вод, континентального шельфа и исключительной экономической зоны. /Гуральник Д.Л., Гусев Д.А., Юнак А.И. - Би №23,2003.

46. Патент на полезную модель № 31764 с приоритетом от 21.04.2003 г., МКИ В63В35/00. Патрульный природоохранный катер для экологического контроля водной среды и обнаружения источников загрязнения. /Гуральник Д.Л., Гусев Д.А., Юнак А.И. -Би № 24,2003.

47. Патент на полезную модель № 35894 с приоритетом от 07.10.2003 г., МКИ G01N27/00. Устройство для обнаружения подвижного источника экологического загрязнения акватории. /Гуральник Д.Л., Гусев Д.А., Юнак А.И. - Би № 4,2004.

48. Патент на полезную модель № 35895 с приоритетом от 28.10.2003 г., МКИ G01N27/00. Устройство для измерения удельной электрической проводимости жидкости в условиях повышенной загрязненности. /Гуральник Д.Л., Гусев Д.А., Юнак А.И.- Би № 4, 2004.

49. Гуральник Д.Л., Калинин М.И., Филиппов С.М., Юнак А.И. Комплекс экологического обеспечения для ВМФ. // Научно-технический сборник "Опыт

и перспективы создания информационных гидрофизических комплексов для ВМФ и систем экологического контроля гидросферы". - Л., ЦНИИ "Гранит", ЛБ 21550, с. 131...144, 2004 г.

50. Гуральник Д.Л., Кассашиер К.Е. Методика разграничения поверхностных вод разного происхождения по совокупности результатов измерений судового природоохранного комплекса // Экологические системы и приборы, 2004 г., № 1, стр. 15...18.

#15922