

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В СИСТЕМАХ МОНИТОРИНГА ОБСТАНОВКИ

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации Российской академии наук (СПИИРАН)
Лаборатория объектно-ориентированных геоинформационных систем
14-я линия ВО, д. 39, Санкт-Петербург, 199178

Процессы, реализуемые системами мониторинга и контроля обстановки носят сложный, динамичный, как правило, случайный и масштабный характер. При управлении такими процессами возникает проблема принятия обоснованных решений, в условиях дефицита времени и необходимости интеграции значительных информационных ресурсов для глобального и регионального масштабов. Одним из путей решения этой проблемы является применение интеллектуальных геоинформационных систем (ИГИС).

Введение

В настоящее время интеллектуальные геоинформационные системы находят все более широкое применение при моделировании процессов и явлений в системах мониторинга различного назначения. В частности, для ряда организаций Российской Федерации, лабораторией ООГИС СПИИРАН, на основе технологий ИГИС, создана и функционирует глобальная система мониторинга морской обстановки с Федеральным и несколькими Региональными информационными центрами, которые получают и обрабатывают информацию от различных источников информации (РЛС, приемники АИС, беспилотные летательные аппараты, автоматические гидрометеорологические станции, международные системы мониторинга среды и мирового океана), используемых соответствующими региональными системами мониторинга обстановки.

Главными особенностями, реализованными СПИИРАН в процессе разработки глобальной системы мониторинга, основанной на ГИС технологиях, было обеспечение следующих основных требований:

- полный и легкий доступ к информации;
- легкость сопровождения и модификации при изменении требований к работающим приложениям;
- открытость архитектуры для интеграции дополнительных функциональных модулей;
- поддержка различных стандартов форматов данных;
- высокая степень повторного использования исходного кода и других информационных ресурсов приложений;
- динамическая настройка системы на предметную область без дополнительного программирования и перекомпиляции;
- встроенная система логического вывода и интерпретации сценариев;
- базы знаний на основе онтологий;
- общность архитектуры системы как для работы на автономных компьютерах, так и в локальных и глобальных вычислительных сетях.

Реализация вышеизложенных требований в ГИС для глобальной системы мониторинга обстановки позволяет рассматривать ее как интеллектуальную систему с новыми качественными свойствами.

Интеллектуальные географические информационные системы

Организация проектирования и создания глобальной системы мониторинга морской обстановки, а также обеспечение процесса её функционирования и управления ею, наряду, с возможностью визуального представления пространственных данных потребовали решения проблемы обоснованности, эффективности и своевременности принимаемых решений. Поэтому для визуального представления результатов пространственного моделирования используются ГИС.

Технологически интеллектуализация ГИС реализована путем интеграции в ее состав методов и средств искусственной интеллектуальности. Центральной частью ИГИС является *база знаний*, включающая онтологию, которая представляет собой «каркас» для представления концепций и связей между ними в предметной области приложения. Другая часть базы знаний основана на базе объектов — хранилище экземпляров абстракций реальных объектов предметной области. Универсальная ИГИС обеспечивает загрузку в базу знаний различных онтологий и баз объектов и, таким образом, настраивается на различные предметные области.

Следующим важным компонентом ИГИС является *экспертная система* или машина логического вывода. Она представляет собой ориентированную на правила систему, предназначенную для обработки знаний, хранящихся в базе знаний. Описания правил так же могут храниться в базе знаний, как часть описания предметной области.

Экспертная система служит для решения двух задач в ИГИС. Первая из них традиционна для экспертных систем и заключается в выдаче рекомендаций в сложных для принятия решения ситуациях. Вторая задача — управление сложными режимами моделирования.

Следующая часть ИГИС традиционна для ГИС систем. Это ГИС-интерфейс — программный компонент для визуального представления пространственных данных в различных географических цифровых форматах и объектов, хранящихся в базе знаний, адаптированный к потребностям глобального и региональных информационных центров. Он объединяет различные источники геопространственных данных и программные компоненты обработки информации с помощью традиционных методов.

Рассмотренные компоненты, характерные для ИГИС, позволяют качественно и с необходимой эффективностью решить задачу процесса создания, функционирования и модернизации систем мониторинга обстановки.

Система мониторинга морской обстановки

Специфическими особенностями глобальной системы мониторинга морской обстановки являются:

- объединение в своем составе большого числа информационных звеньев и подсистем (информационные центры различного уровня управления, разнообразные источники информации, развитые информационно-телекоммуникационные системы);
- обработка больших объемов разнотипной информации из множества различных источников;
- использование различных единиц измерения для параметров среды и параметров объектов с заданной дискретностью изменения их значений;
- реакция системы и её отдельных информационных звеньев (информационные центры) на поступающие события в реальном режиме времени.

Объединение большого числа информационных звеньев и подсистем обеспечивается различными исполнениями программно-аппаратного комплекса (ПАК), автоматизирующими деятельность информационных центров системы мониторинга, а также позволяющих реализовать требуемую масштабируемость информационного процесса, в зависимости от уровня управления. Кроме этого, каждый ПАК, установленный в информационном центре соответствующего уровня управления, выполняет роль главного системообразующего элемента глобальной системы мониторинга морской обстановки. Этим обеспечивается информационная интеграция по

вертикали и горизонтالي управления, включая интеграцию с другими информационными системами военного и гражданского назначения.

Реализация функций масштабируемости, системобразуемости и решения необходимой совокупности свойственных каждому исполнению ПАК задач обеспечивается на основе разработки и внедрения в его состав специального программного обеспечения системы базовых программных решений. Использование базовых программных решений позволило реализовать в составе специального программного обеспечения ПАК возможность интеллектуальной поддержки деятельности операторов (рис. 1), связанной с анализом и контролем за совокупностью пространственных и временных данных, характеризующих текущую и прогнозируемую обстановку, как в контролируемом районе (регионе), так и в глобальном (для страны в целом) масштабе.



Рис. 1. Рабочее место оператора региональной системы морской мониторинга на основе ИГИС

Все исполнения программно - аппаратного комплекса имеют унифицированную программную архитектуру, что обеспечивает надежность взаимодействия всех составляющих изделия с источниками информации, потребителями информации, а также между собой по горизонтали и вертикали управления. Основными элементами такой архитектуры (системы базовых программных решений) являются:

- унифицированный геоинформационный интерфейс, обеспечивающий решение комплекса задач по ведению морской и воздушной обстановки, управление конфигурацией рабочего места, интеграцию приложений;
- подсистема интеллектуальной поддержки, обеспечивающая разработку сценариев действий объектов, классификацию ситуаций складывающихся в процессе функционирования системы мониторинга морской обстановки и вывод рекомендаций по управлению элементами системы;
- комплекс расчетных моделей, обеспечивающих количественную поддержку решения функциональных задач должностными лицами соответствующего органа управления;
- сервер картографической информации, обеспечивающий работу с картографической информацией;

- сервер объектов, обеспечивающий доступ к объектам предметной области и операции с ними – создание объектов на основе метамодели предметной области, хранящейся в онтологии, уничтожение объектов, изменение свойств объектов;
- сервер администрирования, обеспечивающий распределение ресурсов, управление доступом пользователей, управление настройками и режимами работы системы, протоколирование работы системы;
- гидрометеосервер, предназначенный для автоматического приема гидрометеорологической информации от различных источников по автоматизированным каналам связи, ее синтаксического разбора, декодирования, хранения и выдачи конкретных параметров среды в заданном регионе за определенный промежуток времени по запросу потребителей;
- сервис электронного документооборота, обеспечивающий решение задач документооборота между элементами системы мониторинга различного уровня, информационными центрами и источниками информации, информационными центрами и потребителями информации;
- подсистема онтологий, представляющая подробную формализованную спецификацию структуры глобальной системы мониторинга морской обстановки;
- базы данных, являющиеся источниками данных для всех подсистем.

Аппаратная часть для различных исполнений ПАК выполнена с использованием блейд-серверной архитектуры и необходимого количества тонких клиентов, на которых реализованы автоматизированные рабочие места операторов (рис. 1), а также экрана коллективного пользования (рис. 2), коммуникационного оборудования и системы защиты информации. Количество автоматизированных рабочих мест определяется организацией информационного центра, соответствующего уровня управления системы мониторинга морской обстановки.



Рис. 2. Экран коллективного пользования информационного центра

На основе технологий, которые свойственны ИГИС, осуществлена формулировка и успешное решение в глобальной системе мониторинга морской обстановки ряда новых прикладных задач поддержки принятия управленческих решений:

- автоматизированного контроля за развитием сложных процессов и ситуаций (рис. 3);

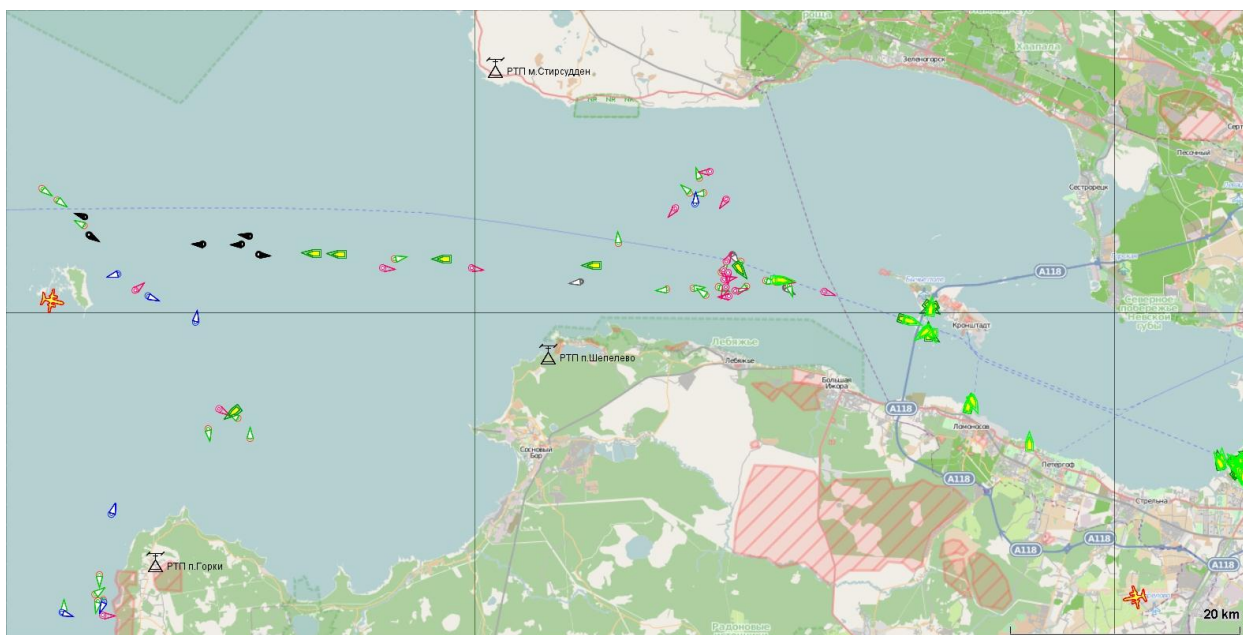


Рис. 3. Контроль морской и воздушной обстановки на основе интеграции информации от различных источников

- интерпретации и анализа результатов развития тактических ситуаций (рис. 4);

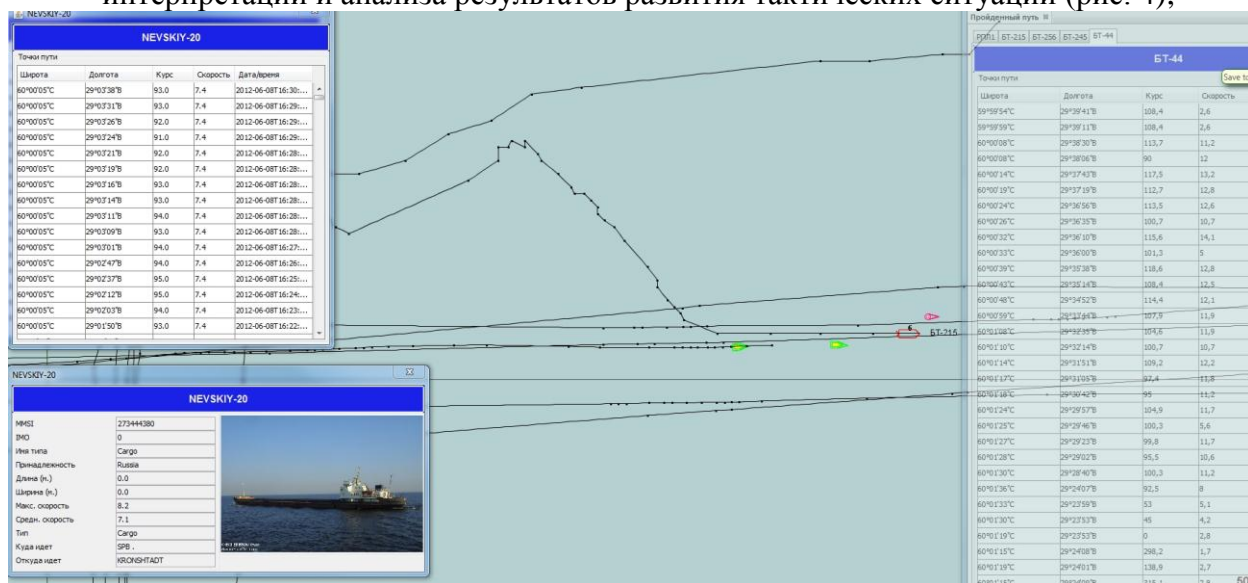


Рис. 4. Интерпретация результатов маневрирования морских объектов для последующего анализа

- интеллектуальной идентификации местоположения и характера деятельности объектов (рис. 5);

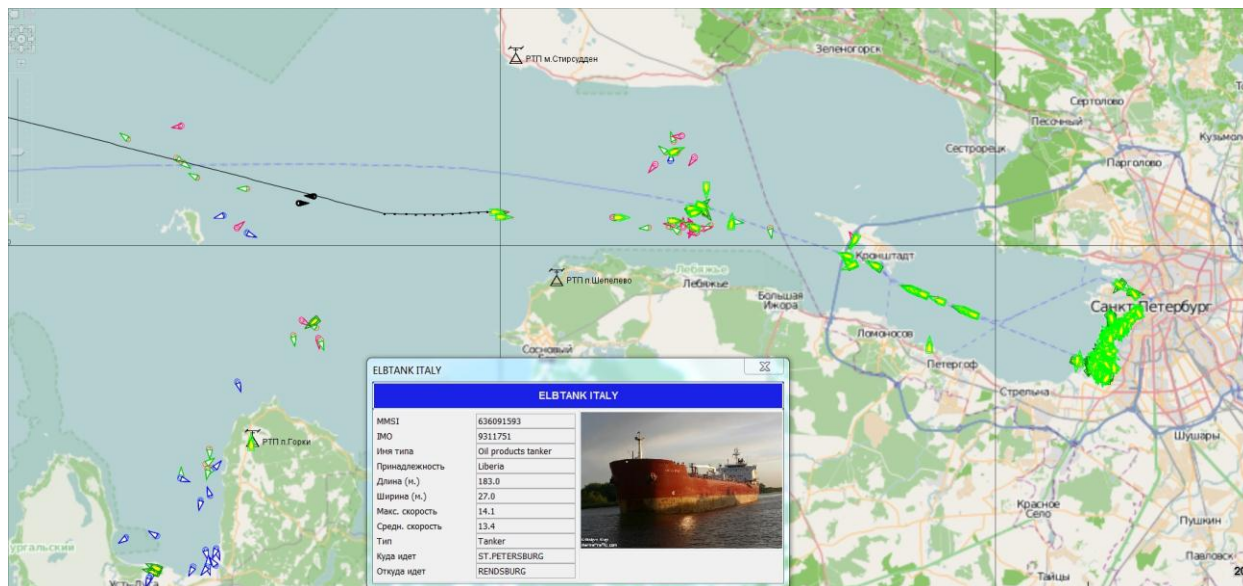


Рис. 5. Идентификация данных об объекте, полученных от различных источников: РЛС, АИС

Расширение состава и содержания решаемых системой мониторинга на основе ИГИС задач, позволяет системе мониторинга морской обстановки реализовать возможность интеллектуальной поддержки деятельности операторов по анализу и контролю за совокупностью пространственных и временных данных, характеризующих текущую и прогнозируемую обстановку в контролируемом районе (регионе) и в глобальном масштабе (страна в целом).

Направления использования базовых программных решений

Система базовых программных решений была использована и получила свое дальнейшее развитие при создании программных комплексов «Онтомап», «Онтомап-B1, B2». Программные комплексы предназначены для мониторинга морской обстановки, практического обучения принятию обоснованных решений и планированию действий военно-морских формирований при выполнении профессиональных задач и теоретического обучения персонала ВМС (рис. 6).

В последующем, свою дальнейшую реализацию базовые программные решения нашли при разработке:

- Концепции построения систем мониторинга Северного морского пути, совместно с Институтом Арктики и Антарктики. Проект выполняется по заказу ONRG, USA. 2012.
- Концепции построения и действующего макета системы мониторинга безопасности морских объектов ОАО «Газпром». 2012.
- Программного комплекса системы гидроакустических расчетов «Онтомап-B2»

Система гидроакустических расчетов «Онтомап-B2» обеспечивает:

- расчет параметров гидроакустического поля (рис. 7);
- оценку возможностей гидроакустических средств (рис. 8).

Система гидроакустических расчетов при производстве расчетов позволяет учесть условия пространственной изменчивости скорости звука, рельефа дна и его геоакустических характеристик, и решить проблемные вопросы, связанные с визуальной интерпретацией результатов в форматах 2D и 3D соответственно.



Структура оперативно-тактического тренажа (ОТТ)



Рис. 6. Структура программного комплекса «Онтомап-В1»

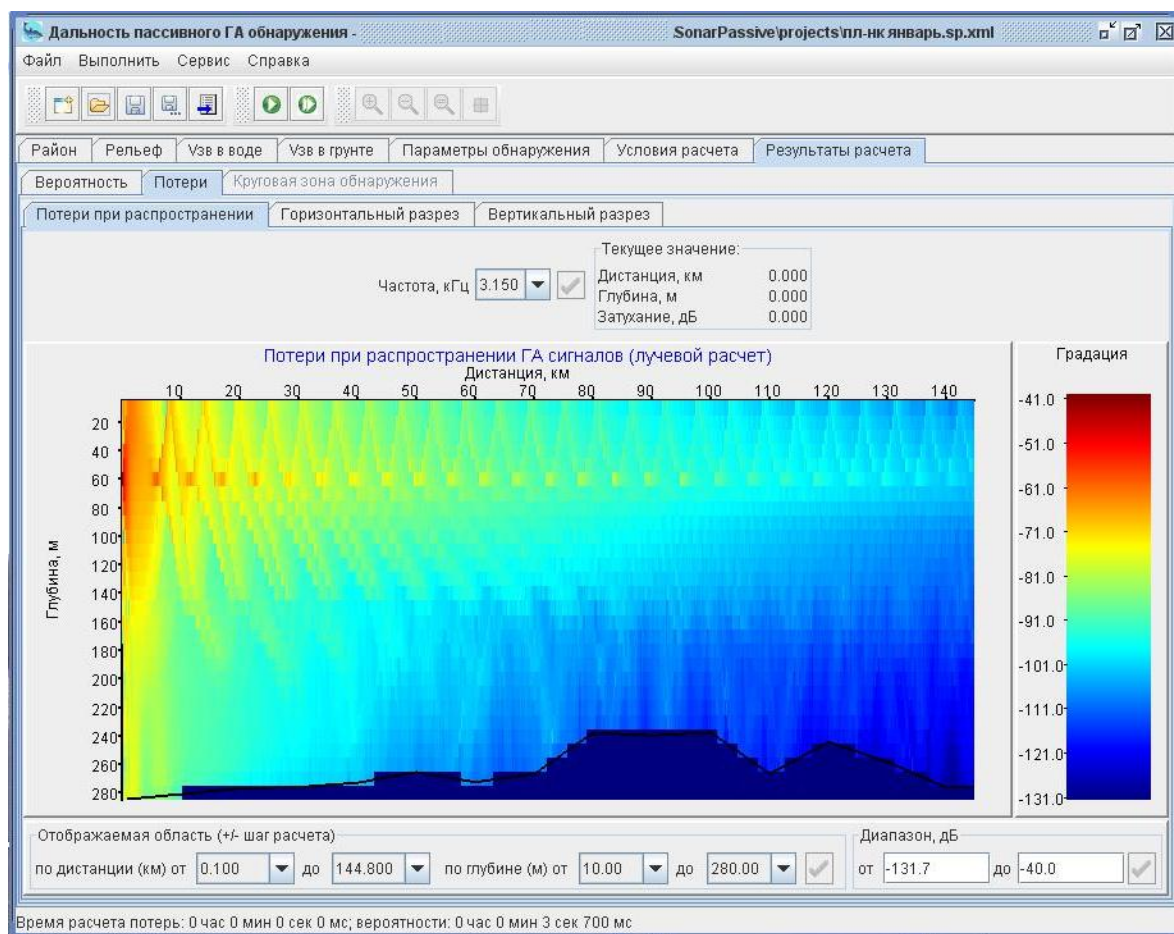


Рис. 7. Результаты расчета параметров гидроакустического поля

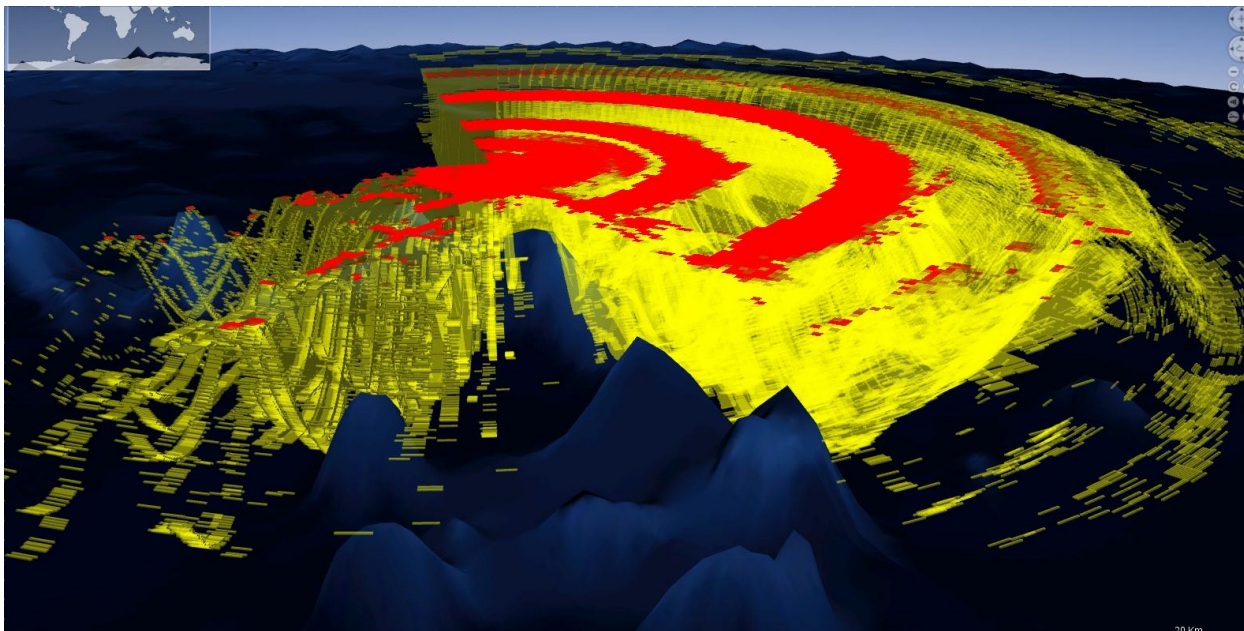


Рис. 8. Отображение в формате 3D результатов прогноза зон обнаружения гидроакустического средства

Заключение

Важными требованиями, предъявляемыми к глобальной системе мониторинга морской обстановки в современных условиях, которые реализованы на основе ИГИС, являются:

- удобный и четкий доступ к данным и информации;
- гибкая и быстрая модификация приложений;
- быстрая интеграция новых приложений в работающую систему;
- поддержка стандартных форматов данных;
- высокая степень повторного использования исходного кода и других информационных ресурсов;
- динамическое наращивание функций систем без дополнительного программирования и/или перепрограммирования проекта целиком;
- возможность работы ИГИС как в локальной, так и распределенной среде;
- выработка рекомендаций и команд управления для лиц, принимающих решения, в реальном масштабе времени, в том числе на основе сценарного подхода при моделировании ситуаций.

Использование ИГИС в системе мониторинга морской обстановки позволяет успешно решать проблему необходимой степени интеграции пространственно-временных данных, а также обеспечивает возможность формирования процедур, правил управления и контроля пространственных процессов различных масштабов (район, регион, глобальный масштаб), в различных средах: морской (подводной и надводной), наземной, воздушной и космической в реальном масштабе времени.

Базовые программные решения, реализованные в глобальной системе мониторинга морской обстановки, нашли свое дальнейшее применение и развитие при создании ряда систем, программных и аппаратно-программных комплексов, а также разработке системы гидроакустических расчетов, учитывающей условия пространственной изменчивости скорости звука, рельефа дна и его геоакустических характеристик.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 V. Popovich, S. Vanurin, S. Kokh & V. Kuzyonny. Intellectual Geographic Information System for Navigation Safety// "Systems", vol.25, num.8, pp.29-31, August, 2011.
- 2 Popovich V., Ermolaev V., Leontev Y., Smirnova O. Hydroacoustics phields modeling on an Intelligent GIS Base. M.: "Artificial Intelligence and Decision Support", №4, 2009, pp. 37-44.
- 3 Vasily Popovich. Concept for Corporate Information Systems Based on GIS Technologies Development. //Proceedings of IF&GIS-09, May 17-20, 2009, St. Petersburg, Springer//Lecture Notes in Geoinformation and Cartography, 371pp.
- 4 Vasily Popovich, Constantin Aviloff, Victor Ermolaev, Yuri Zinyakov, Yuri Leontev, Kyrill Korolenko, Oleg Popov. Sound Propagation Modelling on Intelligent GIS Base// Proceedings of UAM2009, Edited by John. S. Papadakis & Leif Bjørnø, 21-26 June, 2009, Nafplion, Greece
- 5 Vasily Popovich, Christophe Claramunt, Vasily Osipov, Cyril Ray, Tianzhen Wang, Dmitry Berbenev. Integration of Vessel Traffic Control Systems and Geographical Information Systems// Proceedings of CORP2009, Edited by Manfred Schrenk, April 19-22, 2009, Siget, Spain.