

ИМИТАЦИОННО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАДИОЭЛЕКТРОННО-ОБЪЕКТОВОЙ ОБСТАНОВКИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ РАДИОЧАСТОТНОГО МОНИТОРИНГА

Калюжный Н.М.¹, Попов А.М.¹, Белаш М.В.²

¹Харьковский национальный университет радиоэлектроники
61166, Харьков, пр. Ленина, 14, тел/факс (057) 702-10-68, E-mail: 3rmorti7@gmail.com

²Харьковский университет Воздушных Сил
г. Харьков, ул. Сумская, 77/79, E-mail: knm9@ukr.net

The developed computer model of radio electronic objective situation, that created on the base of modern information technologies, is presented in a report. This model allows to imitate the different conduct of radiating objects in a real time scale factor, changing of the radiating sources operation modes, and also to set the different parameters of the radiated signals. Possible applications of this model for the radio frequency monitoring task decision are shown.

Введение. В настоящее время складывающаяся в пространстве радиоэлектронно-объектовая обстановка (РЭОО) становится все более сложной, что обусловлено, в частности, стремительным ростом количества источников радиоизлучения (ИРИ), внедрением перспективных радиотехнологий, использующих новые принципы передачи и приема радиосигналов, широким частотным диапазоном, искажением радиосигналов в атмосфере и т.д. При этом решение многих задач радиочастотного мониторинга (РЧМ) (оптимизация построения систем РЧМ, разработка процедур и алгоритмов обработки информации о РЭОО, подготовка операторов систем и средств радиочастотного мониторинга (СРМ) и т.д.) в натурных условиях часто затруднено, а иногда вообще невозможно. В этих случаях возникает необходимость создания соответствующей компьютерной модели РЭОО, которая бы максимально близко имитировала основные параметры такой обстановки в масштабе времени, близком к реальному, что является актуальной задачей [1].

Основная часть. Под **радиоэлектронно-объектовой обстановкой** понимается совокупность стационарных и подвижных объектов воздушного, наземного и морского базирования и радиоизлучений источников, находящихся на этих объектах, в определенной пространственно-частотно-временной области.

К особенностям современной РЭОО можно отнести:

- большое количество классов, типов и режимов работы ИРИ, а также объектов - их носителей;
- широкий частотный диапазон функционирования всей совокупности ИРИ;
- наличие сигналов сложной структуры, особенно при использовании перспективных радиотехнологий;
- возможное непостоянство (периодичность) работы ИРИ;
- искажение параметров излучений в антенно-фидерных трактах и в атмосфере;
- наличие преднамеренных и непреднамеренных помех;
- высокая динамичность обстановки, особенно при наличии подвижных объектов.

Перечисленные выше особенности позволяют предъявить определенные требования к модели РЭОО. Данная модель должна предоставлять следующие возможности:

- сопровождение баз данных (БД) излучающих объектов (их базирования, классов, типов, радиоэлектронного оборудования), источников радиоизлучения (их классов, типов, режимов работы) и сигнатур (параметров) сигналов для каждого режима работы ИРИ;
- создание сценариев требуемой объектовой обстановки (выбор классов и типов объектов, их начальных координат и параметров движения);
- визуальное отображение складывающейся динамической обстановки на цифровой карте местности (ЦКМ) в масштабе реального времени;
- генерирование векторов параметров сигналов в заданных точках пространства с учетом режимов работы ИРИ и положения объектов;
- сохранение в файлах на диске и чтение из них создаваемых сценариев обстановки;

- документирование в файле на диске и/или распечатка на принтере визуального отображения текущей обстановки;
- выдача необходимых данных удаленным потребителям (сетевая клиент-серверная архитектура).

Эти требования к модели являются достаточно высокими. В ходе проведенных исследований были определены структура имитационно-математической модели и взаимодействие ее основных модулей, разработаны соответствующие БД, реализованы способы создания и отображения динамической обстановки. В результате работы был создан компьютерный имитатор РЭОО, реализующий данную модель и полностью удовлетворяющий вышеперечисленным требованиям. Обобщенная структурная схема такого имитатора представлена на рис. 1.

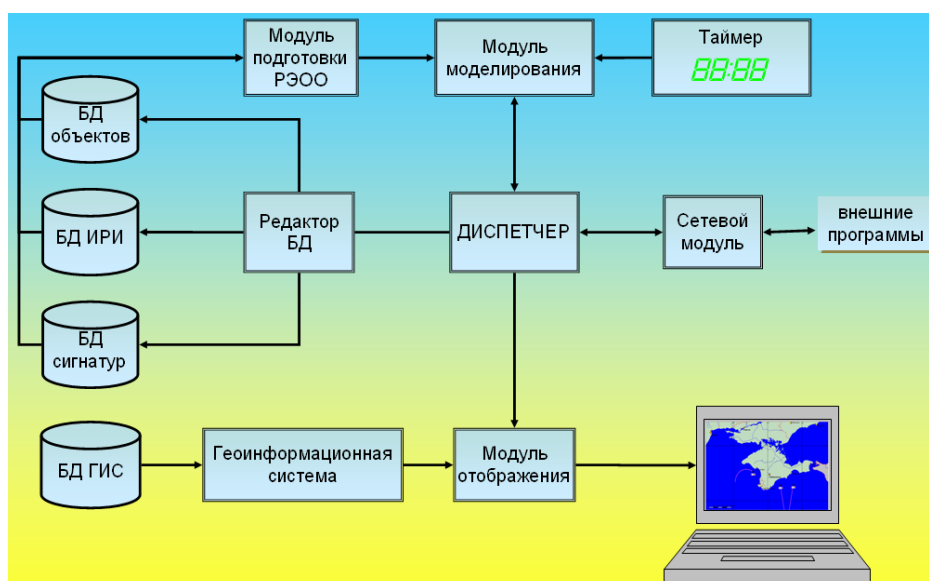


Рисунок 1 - Обобщенная структурная схема имитатора РЭОО

При задании начальной обстановки на фоне ЦКМ (рис. 2) размещаются объекты (из имеющихся в БД) и задаются параметры траектории подвижных объектов: вид траектории, высота, скорость объектов и т.д. При запуске модели осуществляется перемещение объектов в соответствии с заданными параметрами движения в масштабе реального времени с отображением на цифровой карте (рис. 3). Одновременно, в заданных точках пространства (например, в точках стояния СРМ) формируются радиоизлучения в соответствии с текущим режимом работы ИРИ. При этом учитываются эталонные параметры сигналов из БД, степень их зашумления и дальность распространения.

На рис. 4 показан обобщенный алгоритм перемещения $N_{об}$ объектов в масштабе реального времени. Для каждого i -го объекта задаются: x_i , y_i - географические координаты (долгота, широта), град; V_i - скорость, км/ч; α_i - курс, град, H_i - высота, м; BT_i , $P1_i$, $P2_i$ - вид и параметры траектории согласно табл. 1.

Одно из применений имитатора РЭОО - подготовка операторов СРМ, в том числе комплексов территориально распределенных СРМ. Руководитель занятий на сервере с помощью имитатора РЭОО может создать сценарий обстановки произвольной сложности или загрузить предварительно сохраненный в файле, запустить или остановить модель. При запуске модели на АРМ операторов СРМ периодически поступают информационные пакеты с параметрами сигналов, соответствующими текущей обстановке, координатам и азимуту антенны СРМ. При этом руководитель может проконтролировать и оценить действия обучаемых по обнаружению, распознаванию, пеленгованию и сопровождению ИРИ.

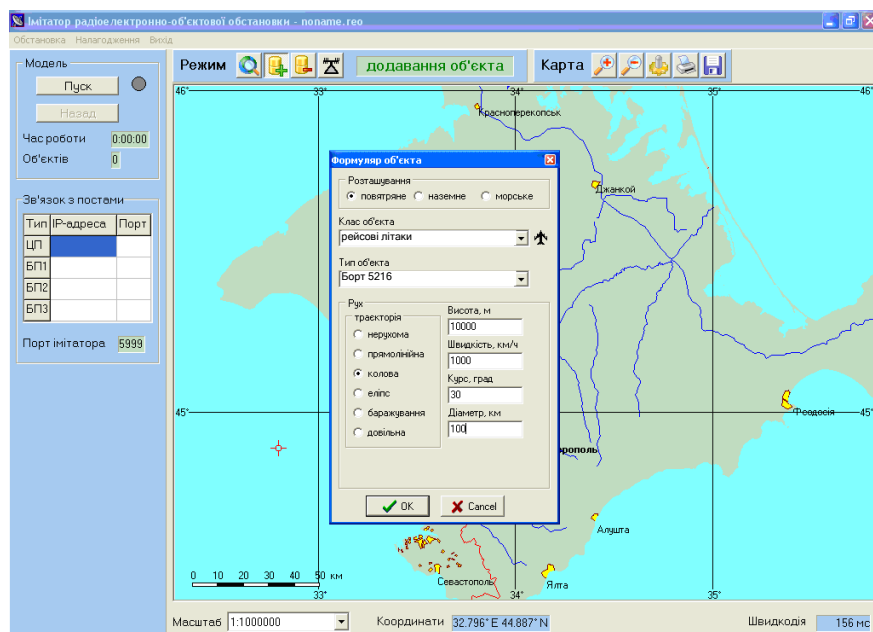


Рисунок 2 - Задание начальной объектовой обстановки

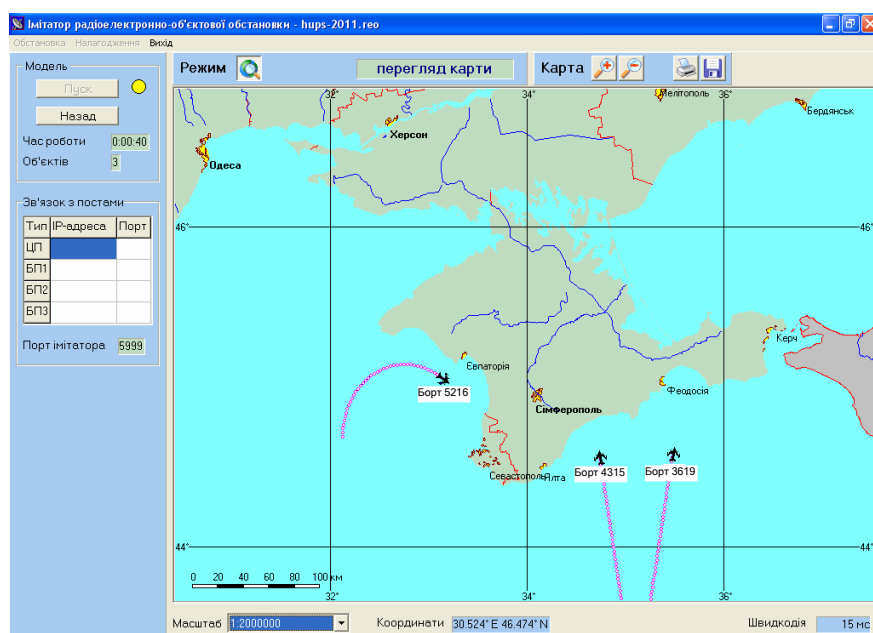


Рисунок 3 - Экран имитатора при работе модели

Таблица 1

Виды и параметры траекторий объектов

Номер N	Вид траектории ВТ	Параметр P1, км	Параметр P2, км
0	неподвижная	-	-
1	прямолинейная	-	-
2	круговая	радиус	-
3	эллиптическая	малая ось	большая ось
4	барражирование ("восьмерка")	малая ось	большая ось
5	произвольная	Чтение сценария из файла	

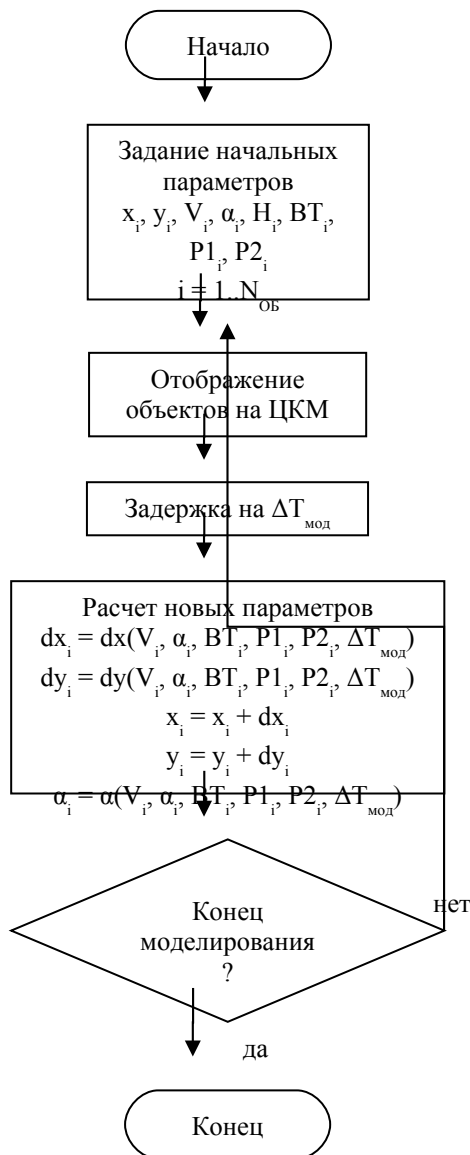


Рисунок 4 - Обобщенный алгоритм перемещения объектов ($\Delta T_{\text{мод}}$ - шаг модели)

Другим применением данного имитатора является автоматизация процессов исследования процедур и алгоритмов обработки координатной и сигнальной информации по данным, поступающим от активных и пассивных средств радиомониторинга.

Также имитатор РЭОО может быть использован для автоматизации процессов исследования систем распознавания ИРИ. Здесь имитатор не работает в масштабе реального времени, а выступает в качестве источника эталонных сигнатур сигналов. Такая автоматизация позволяет существенно повысить оперативность при исследовании систем распознавания, в частности, по выбору эффективных алгоритмов распознавания, определению достаточного словаря информативных признаков и предъявлению требований к точности измерения параметров сигнала.

Выводы. Разработанный имитатор радиоэлектронно-объектовой обстановки имеет наглядный интерфейс, удобное управление, широкие функциональные возможности и позволяет:

- сопровождать базы данных излучающих объектов, источников радиоизлучения, и сигнатур сигналов для каждого режима работы ИРИ;
- создавать произвольные сценарии объектовой обстановки;
- визуально отображать динамическую обстановку на цифровой карте местности в масштабе реального времени;
- генерировать вектора параметров сигналов в заданных точках пространства с учетом режимов работы ИРИ и положения объектов;
- выдавать необходимые данные удаленным потребителям.

Разработанный имитатор может использоваться для решения ряда задач радиочастотного мониторинга, таких как оптимизация системы РЧМ, подготовка операторов СРМ, создание высокоэффективных систем распознавания и сопровождения источников радиоизлучения.

Литература

1. Калюжный Н.М., Попов А.М., Романенко В.В. Подходы и результаты моделирования радиоэлектронно-объектовой обстановки для решения задач радиоэлектронной разведки // Съезда наукова конференція Харківського університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба "Новітні технології – для захисту повітряного простору", 13-14 квітня 2011 року: тези доповідей .- Х.: ХУПС ім. І. Кожедуба, 2011. – С.206-207.