

Е.А. БАШКОВ, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой ПМИИ ДонНТУ,
М.Ш. БОЗИЕВ, науч. сотр. кафедры ЭТ ДонНТУ,
С.А. ЗОРИ, канд. техн. наук, доц. кафедры ПМИИ ДонНТУ,
С.В. КОВАЛЬСКИЙ, м.н.с. кафедры ПМИИ ДонНТУ, Донецк

ОРГАНИЗАЦИЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ РАДИОЛИНИЙ В КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМАХ АНАЛИЗА И ИДЕНТИФИКАЦИИ ОПЕРАТИВНОЙ ОБСТАНОВКИ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Розглянуто загальну концепцію роботи й структуру програмної підсистеми візуалізації географічного місце-розташування об'єктів-джерел радіовипромінювань у складі інформаційної системи радіолокаційних комплексів. На основі аналізу методів візуального подання інформації про положення об'єктів розроблено алгоритми розрахунку й візуалізації географічного місце-розташування об'єктів для підсистеми.

Рассмотрена общая концепция работы и структура программной подсистемы визуализации географического место-расположение объектов-источников радиоизлучений в составе информационной системы радиолокационных комплексов. На основе анализа методов визуального представления информации о положении объектов разработаны алгоритмы расчета и визуализации географического место-расположение объектов для подсистемы.

The general concept of work and structure of a program subsystem of visualization of geographic location of objects-sources of radio emissions in structure of information system of radiolocation complexes is considered. On the basis of the analysis of methods of visual representation of the information on position of objects algorithms of calculation and visualization of geographic location of objects are developed for this subsystem.

Постановка проблемы. Основной задачей специальных технических комплексов и систем мониторинга радиоэлектронной обстановки является эффективное обнаружение и сопровождение объектов радиоизлучений, а также идентификация и визуализация в реальном времени типов излучающих объектов и их местоположения по определяющим комплексным информативным параметрам их радиоизлучений.

Проблема обнаружения и сопровождения объектов-источников радиоизлучений (РИ) уже достаточно хорошо изучена, решена и реализована на практике, и требует, в связи с этим, разработки специализированных компьютерных информационных систем, которые бы работали в составе специализированных пассивных и активных радиолокационных систем и комплексов (РЛК), и, используя информацию радиолокационных станций (РЛС) и специализированных комплексов обработки сигналов в составе РЛК, проводили бы визуализацию в реальном времени местоположения источников РИ и их основных информативных параметров и характеристик.

Анализ литературы. В [1] проведен подробный анализ проблемы обнаружения и сопровождения объектов-источников РИ, а также анализ существующих компьютерных систем анализа и идентификации оперативной обстановки в составе радиотехнических комплексов и реализованных в них подходов к решению указанной задачи. В [2-9] показано, что в подобных системах наиболее эффективным является визуальное представление информации в виртуализированной окружающей среде для образной визуализации и обработки информации поэтому решение этой задачи возложено на специализированную подсистему визуализации оперативной обстановки, способы и методы построения которой напрямую определяют эффективность работы всего комплекса.

Цель статьи - разработка общей концепции работы, структуры и алгоритмов работы программной подсистемы визуализации географического местоположения объектов РИ в составе информационной системы РЛК.

Организация визуализации местоположения объекта в компьютерных системах анализа оперативной обстановки радиотехнических комплексов. Для разработки общей концепции работы, структуры при решении задачи визуализации местоположения объекта-источника сигнала оператору системы необходим четкий и наглядный виртуальный инструмент, дающий представление о географическом местонахождении динамического объекта на-, над- или под поверхностью Земли, а также местоположении приемоиндикаторов (ПИ) или станций обнаружения, РЛК и пр.).

Для общей ориентировки объекта относительно мест расположения ПИ обычно пользуются криволинейными координатами в виде географической широты φ долготы λ и параметра h , характеризующего положение объекта, относительно земной поверхности. Координаты φ и λ (географические координаты) определяют точку земного сфероиды, лежащую на том же радиус-векторе (из центра сфероиды), что и точка местоположения объекта. Для криволинейных координат (λ, φ, h) координатными линиями являются меридиан, географическая параллель и прямая, выходящая из центра Земли. С координатными линиями связывается прямоугольный трехгранник, вершина его совпадает с точкой местоположения объекта, оси координат совпадают с касательными к координатным линиям: параллели, меридиану и радиус-вектору точки соответственно.

По сигналам объекта РИ определяются либо расстояния до наземных ПИ, либо их разность. Обычно принимается, что радиоволны распространяются по геодезической линии – линии кратчайшего расстояния между двумя точками на поверхности земного сфероиды. Такие геодезические линии, связывающие направления от РИ до ПИ, принято называть радиолиниями. Связь расстояний с географическими координатами устанавливается на основе так называемой обратной геодезической задачи. При этом измерения связаны

нелинейной зависимостью с оцениваемыми географическими координатами. Алгоритмы оценивания строятся с применением линеаризации относительно априорных, так называемых счислимых, координат объекта и позволяют находить поправки к счислимым координатам в системе координат *хуз-с* вершиной трехгранника в счислимой точке. Поправки затем пересчитываются в соответствующие поправки к счислимым географическим координатам. Найденные таким образом географические координаты объекта при необходимости могут пересчитываться в любую другую систему координат [2]. На компьютерную подсистему можно, также, возложить решение задачи разрешения многозначности оценивания координат объекта и применять оптимальные методы решения, в которых разрешение многозначности решается одновременно с оцениванием координат.

Предлагаемое решение задачи визуализации географического месторасположения объектов. Задачу визуализации положения объектов радиолиний следует рассматривать как задачу построения геоизображения. Геоизображение – любая пространственно-временная, масштабная, генерализованная модель земных (планетных) объектов или процессов, представленная в графической образной форме.

В качестве геоизображения при решении задачи визуализации местоположения объектов предлагается использовать “виртуальный глобус”. Данное геоизображение классифицируется как динамическое, результаты визуализации при этом соответствуют ортографической проекции. “Виртуальный глобус” прост для восприятия, что имеет определяющее значение при необходимости оценивания визуальной информации в реальном времени. Недостатки азимутной проекции компенсируются динамически изменяемым углом обзора.

При отображении объектов радиолокации на такой виртуальной карте есть возможность отображать наряду с координатами объектов их положение относительно уровня моря (рис. 1). Например, для отображения данной характеристики в наглядном виде возможно использовать прямоугольник с высотой пропорциональной величине характеристики. В зависимости от того, находится ли объект под или над уровнем моря целесообразно использовать различное цветовое сочетание (на рис. 1 светлая заливка с темной рамкой для объектов над уровнем моря и темная заливка со светлой рамкой для объектов под уровнем моря), а также различный масштаб отображения характеристики, что обосновано гораздо меньшими абсолютными значениями максимально возможных глубин подводных объектов по сравнению с максимально возможными высотами воздушных объектов.

Предлагаемая структура подсистемы формирования геоизображений радиолиний в составе системы визуализации РЛК будет состоять из подсистем 3D и 2D (рис. 2).

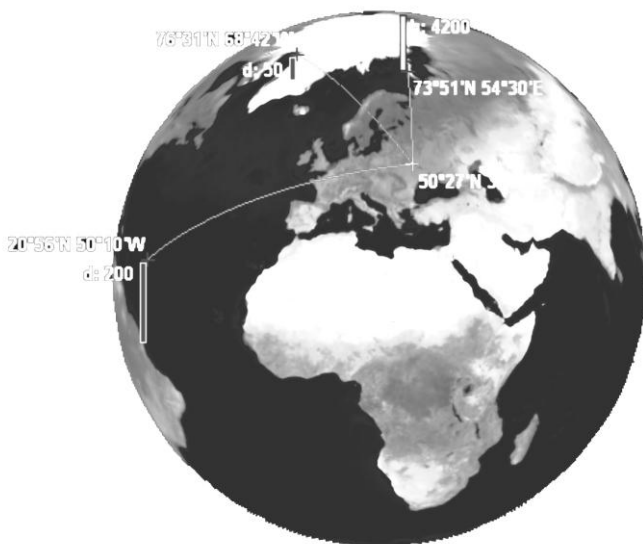


Рис. 1. Отображение на карте положений объектов относительно уровня моря

Состояние подсистемы 3D определяется углами обзора, которые могут произвольно изменять оператором, а также потоком данных о радиолиниях. На основе набора углов обзора в 3D подсистеме формируется система трехмерных координат, и выполняется построение изображения земной поверхности, дополненное буфером глубины. Также, в 3D подсистеме выполняется преобразование данных о радиолиниях, которые поступают в системе координат земного шара, в систему трехмерных координат. Изображение земной поверхности дополняется линиями пеленгации. Применение буфера глубины позволяет отображать только те отрезки линий пеленгации, а также радиолиний, которые находятся на видимой части поверхности.

Подсистема 2D выполняет преобразование координат радиолиний из трехмерной системы координат в двумерную систему координат экрана. В двумерной системе координат полученное в 3D подсистеме изображение дополняется двумерными элементами. 2D подсистема подбирает положения двумерных элементов таким образом, чтобы исключить наложение элементов.

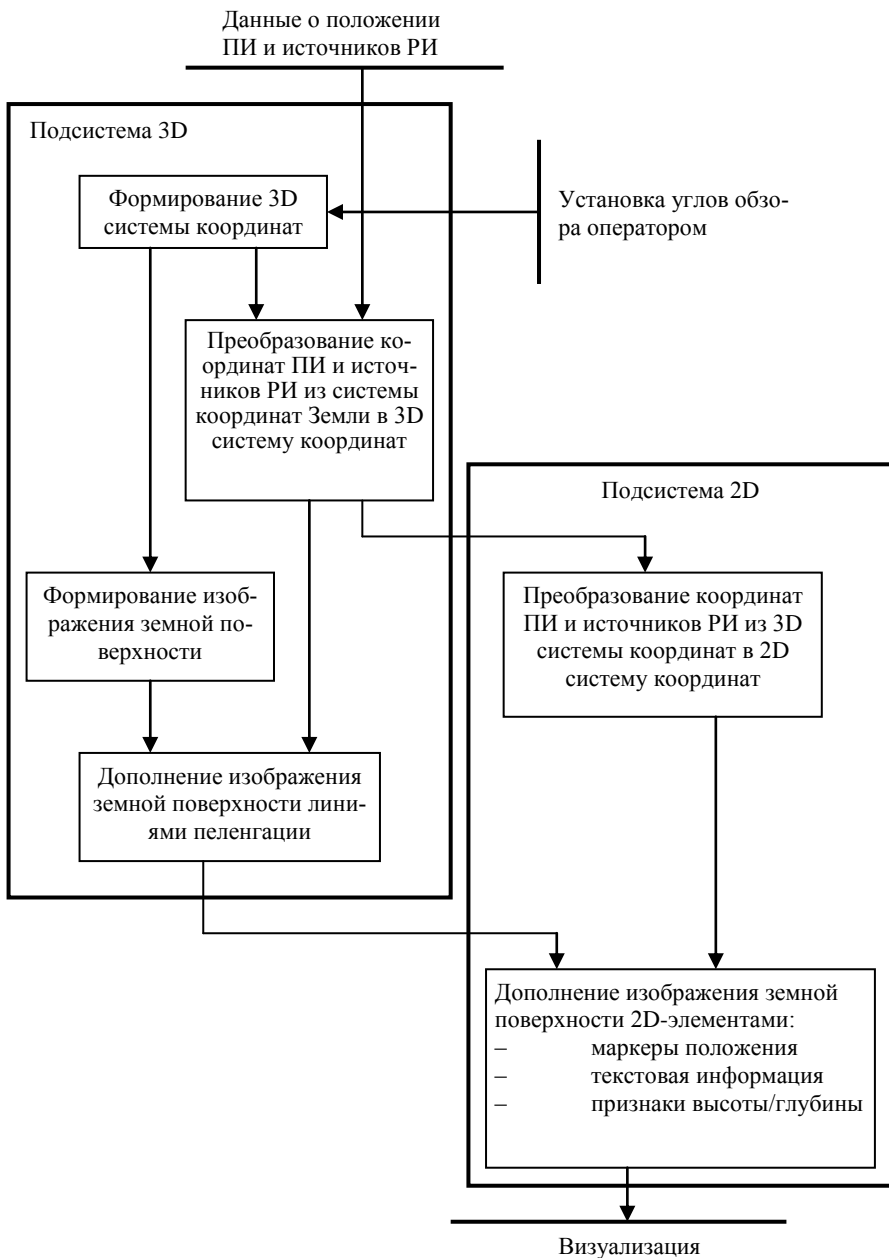


Рис. 2. Структура подсистемы формирования геоизображений радиолиний

В соответствии с такой концепцией представления на рис. 3 представлен предлагаемый интерфейс прототипа подсистемы визуализации географического местоположения объектов радиоприемных пунктов в виде “виртуального глобуса”. Интерфейс включает область визуализации и блок элементов управления, которые позволяют выполнять поворот “виртуального глобуса” вдоль экватора и вдоль 0-го и 90-го меридианов.

На рис. 4 представлена схема обработки данных ПИ и указаний оператора системой визуализации.

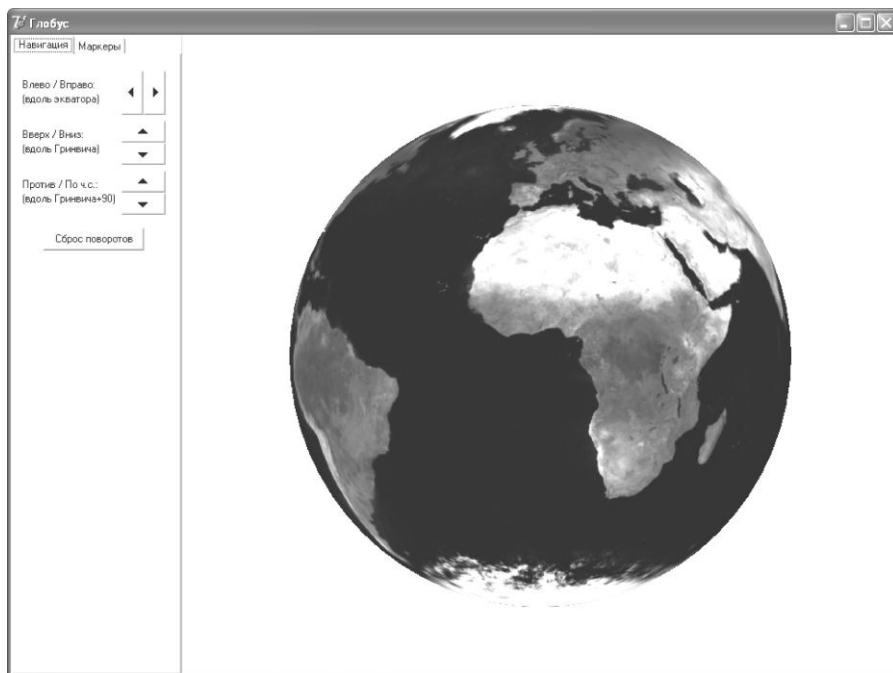


Рис. 3. Интерфейс подсистемы визуализации местоположения

На рис. 5 представлен пример визуализации подсистемой, отображающий радиоприемные пункты из 3 ПИ и 2 объекта-источника РИ.

Как видно из приведенных примеров, предлагаемая подсистема визуализации географического местоположения объектов способна предоставлять информацию о положении ПИ и источниках РИ в удобном для оператора виде, обладает интуитивно понятным интерфейсом и органами управления навигацией.

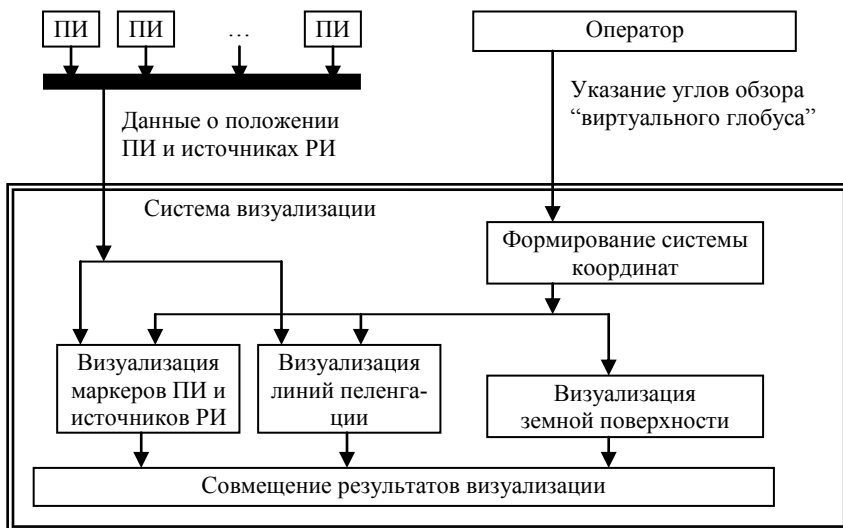


Рис. 4. Схема работы подсистемы визуализации местоположения

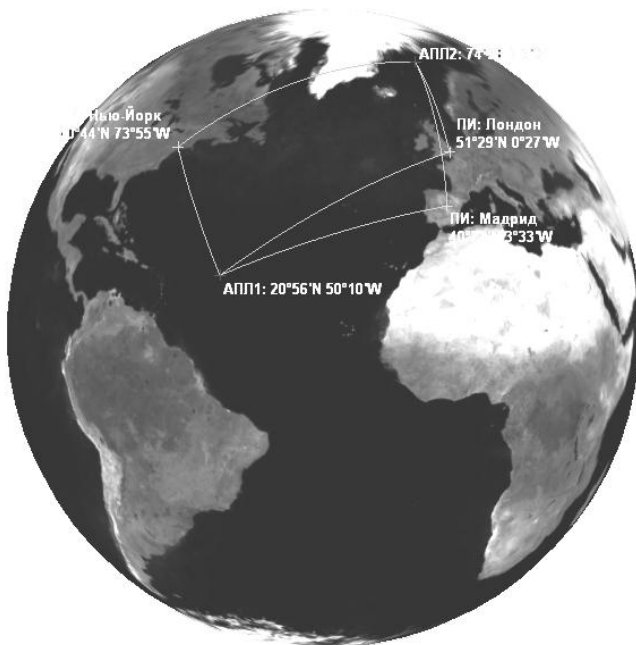


Рис. 5. Пример результата визуализации в подсистеме

Выводы. Авторами разработана общая концепция работы и структура программной подсистемы визуализации географического местоположения объектов радиолиний в составе информационной системы РЛК.

На основе анализа методов визуального представления информации о положении объектов, разработаны алгоритмы расчета и визуализации географического местоположения объектов радиолиний, для повышения информативности и достоверности визуализации предложено использовать визуализацию в виде «виртуального глобуса» с использованием орфографической проекции.

Разработан и исследован интерфейс и прототип программной подсистемы визуализации, проведено испытание его работы, подтвердившее работоспособность и правильность предложенных подходов.

Список литературы: 1. *Рябкин Ю.В.* Установление информативных параметров типовых источников радиоизлучений для их идентификации/ *Ю.В. Рябкин* // Моделирование и компьютерная графика: Материалы 1-й международной научно-технической конференции, г. Донецк, 04-07 октября 2005 г. - Донецк, ДонНТУ, Министерство образования и науки Украины, 2005. - с. 243-247. 2. *Зенков А.И.* Реализация модульного подхода при построении унифицированной системы научной визуализации / *А.И. Зенков.* - Сборник трудов научной международной конференции по компьютерной графике и анимации "Графикон-2002", Нижний Новгород, 2002. 3. *Dos Santos S., Brodli K.* Gaining understanding of multivariate and multidimensional data through visualization.- *Computers & Graphics*, 2004 Vol. 28.- p.311-325. 4. Отображение информации в Центре управления космическими полетами / *А.В.Милицин, В.К.Самсонов, В.А.Ходак, И.И.Литвак.* - М.: Радио и связь, 1982.- 192 с., ил. 5. *Баяковский Ю.М., Томлин А.Н.* Моделирование сложных систем и виртуальная реальность. // Вопросы кибернетики. РАН, 1995. 6. *А.С. Самардак.* Геоинформационные системы, Владивосток, 2005 7. *Рябкин Ю.В.* Программная система визуализации частотно-временных характеристик сигналов радиолокационных станций /Донбас-2020: наука і техніка – виробництву: Матеріали III науково-практичної конференції. м. Донецьк, 30-31 травня 2006 р. - Донецьк, ДонНТУ Міністерства освіти і науки, 2006.- с. 505-512. 8. *Романюк О.Н.* Особливості архітектурної побудови систем формування тривимірних зображень / *Романюк О.Н., Обідник М.Д., Романюк О.В.* – Сборник трудов третьей международной научно-технической конференции "Моделирование и компьютерная графика", Донецк, ДонНТУ, 2009. 9. *Ковальский С.В.* Визуализация комплексных частотно-временных характеристик сигналов / *Ковальский С.В., Зори С.А.* – Сборник трудов третьей международной научно-технической конференции "Моделирование и компьютерная графика". Донецк, ДонНТУ, 2009.

Статья представлена д.т.н., проф. ДонНТУ Башковым Е.А.

Поступила в редакцию 27.04.2011