

УДК 621.396.6(03)

Н.М. Калюжный<sup>1</sup>, С.А. Галкин<sup>2</sup>, К.Н. Коржуков<sup>1</sup>, А.В. Хряпкин<sup>1</sup><sup>1</sup> Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков<sup>2</sup> Национальный технический университет «ХПИ», Харьков

## ОБОСНОВАНИЕ СТРУКТУРЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ СРЕДСТВ РАДИОКОНТРОЛЯ С ИСТОЧНИКАМИ РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

*Представлено обоснование структуры информационно-расчетной системы оценивания электромагнитной совместимости источников радиоизлучения со средствами радиоконтроля. Система позволяет решать основной круг задач возникающих при планировании и информационном обеспечении процесса мониторинга радиочастотного спектра администрациями связи и государственными органами в сфере регулирования использования радиочастотного ресурса.*

**Ключевые слова:** информационно-расчетная система, оценка электромагнитной совместимости, радиочастотный мониторинг.

### Введение

**Постановка задачи.** В интересах развития системы радиочастотного мониторинга (СРЧМ) возникла необходимость в разработке информационно-расчетной системы (ИРС), позволяющей моделировать как саму СРЧМ, так и электромагнитно-объектовую обстановку подлежащую мониторингу. ИРС должна обеспечить оценивание электромагнитной доступности (ЭМД) и совместимости (ЭМС). Под электромагнитной доступностью источника радиоизлучения (ИРИ) понимают создание этим источником на входе приемника средства радиоконтроля (СРК) уровня сигнала достаточного для выполнения этим средством задач контроля излучения этого источника. Под электромагнитной совместимостью СРК с ИРИ понимают создание этим источником на входе приемника СРК уровня сигнала, не превышающего уровень при котором это средство сможет решать задачи контроля излучений других источников. При ведущей роли авторов была разработана ИРС «Радиомониторинг-М», которая обеспечивает расчет зон:

- ЭМД излучений РЭС,
- защитных от помех интермодуляции/ блокирования зон вокруг СРК.

**Целью статьи является** обоснование структуры автоматизированной системы оценивания электромагнитной совместимости средств радиоконтроля с источниками радиоизлучения которая обеспечит:

- выполнение необходимых расчетов за приемлемое время;
- поддержку работы с геоинформационными данными электронной карты местности (ЭКМ) Украины и регионов;
- формирование отчетов о выполненных расчетах.

### Основная часть

Структурно-функциональная схема ИРС представлена на рис. 1. Архитектурно ИРС состоит из двух основных взаимодействующих частей: серверной и клиентской.

Серверная часть состоит из сервера и автоматизированного рабочего места (АРМ) администратора [1] и предназначена для хранения исполняемых процедур, реализующих основные функции ИРС, ведения центральной базы данных (ЦБД) по ЭКМ, СРК и РЭС с помощью АРМ администратора и поддержки функционирования клиент-серверной архитектуры. Клиентская часть состоит из независимых друг от друга АРМ и предназначена для непосредственного проведения всех необходимых расчетов удаленными пользователями.

Клиентская часть обеспечивает выполнение следующих функций:

- выбора и запроса пользователем региона (Украина или одна из 26 областей) для проведения расчетов;
- получение с сервера ЦБД и передачу в свою локальную базу данных (ЛБД) всей необходимой информации о выбранном регионе;
- автоматический выбор модели распространения радиоволн согласно Рекомендаций Международного союза электросвязи Р.1546-4 и Р.526-12 [2, 3];
- автоматизированный расчет и принятие решения о радиодоступности или недоступности конкретным СРК излучений РЭС определенной радиотехнологии и возможности создания этими излучениями помех интермодуляции и/или блокирования
- автоматизированный расчет зон радиодоступности и защитных зон вокруг СРК от помех интермодуляции и блокирования;

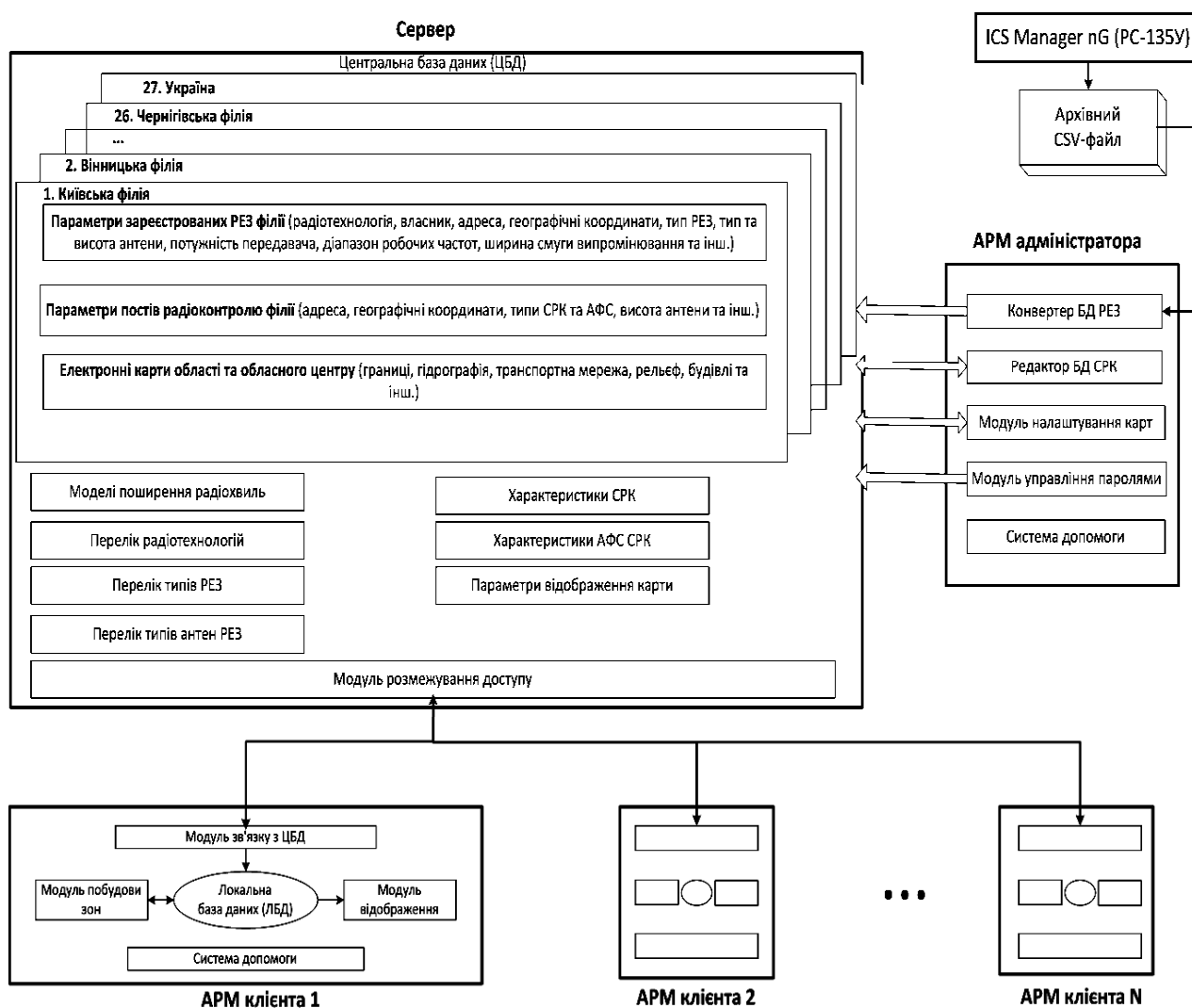


Рис. 1. Структурно-функціональна схема ІРС «Радиомониторинг-М»

– отображение результатов расчетов на электронной карте местности;

– хранение результатов расчетов в локальной базе данных для их последующего анализа и формирования отчетов.

Структурная схема клиентской части ИРС приведена на рис. 2.

Модули загрузки баз данных РЭС, СРК и ЭКМ выбранного филиала обеспечивают актуальное состояние информации используемой при расчетах, и реализованы в виде программы синхронизации баз данных серверной и клиентской частей (исполняемый модуль «ZoneSync»).

Базы данных РЭС, СРК и ЭКМ содержат данные необходимые для проведения расчетов.

База данных РЭС содержит: координаты передатчиков РЭС, их мощность, типы излучений, коэффициенты усиления и диаграммы направленности антенн, данные о их пространственной ориентации, сведения о хозяине РЭС и т.д. Она содержит:

координаты постов радиоконтроля, сведения о размещении СРК разных типов на постах контроля,

режимы работы СРК разных типов, чувствительности приемников разных типов

СРК в разных режимах работы,

типы антенн используемых СРК на постах контроля,

сведения о кабелях, соединяющих приемники СРК с антеннами,

диаграммы направленности антенн,

данные об их пространственной ориентации,

данные об использовании разных типов СРК в разных режимах работы с разными типами антенн и т.д.

База данных ЭКМ содержит разнообразные географические данные.

При расчетах используются следующие географические данные: рельеф, застройка, водоемы (для принятия решения о типе трассы – сухопутная/морская/ смешанная), подстилающая поверхность (пашня/поле/луг/лес,) и т.д.

Модуль отображения ЭКМ обеспечивает извлечение из БД ЭКМ необходимых географических данных и представление их в виде графических объектов на экране монитора ЭВМ.

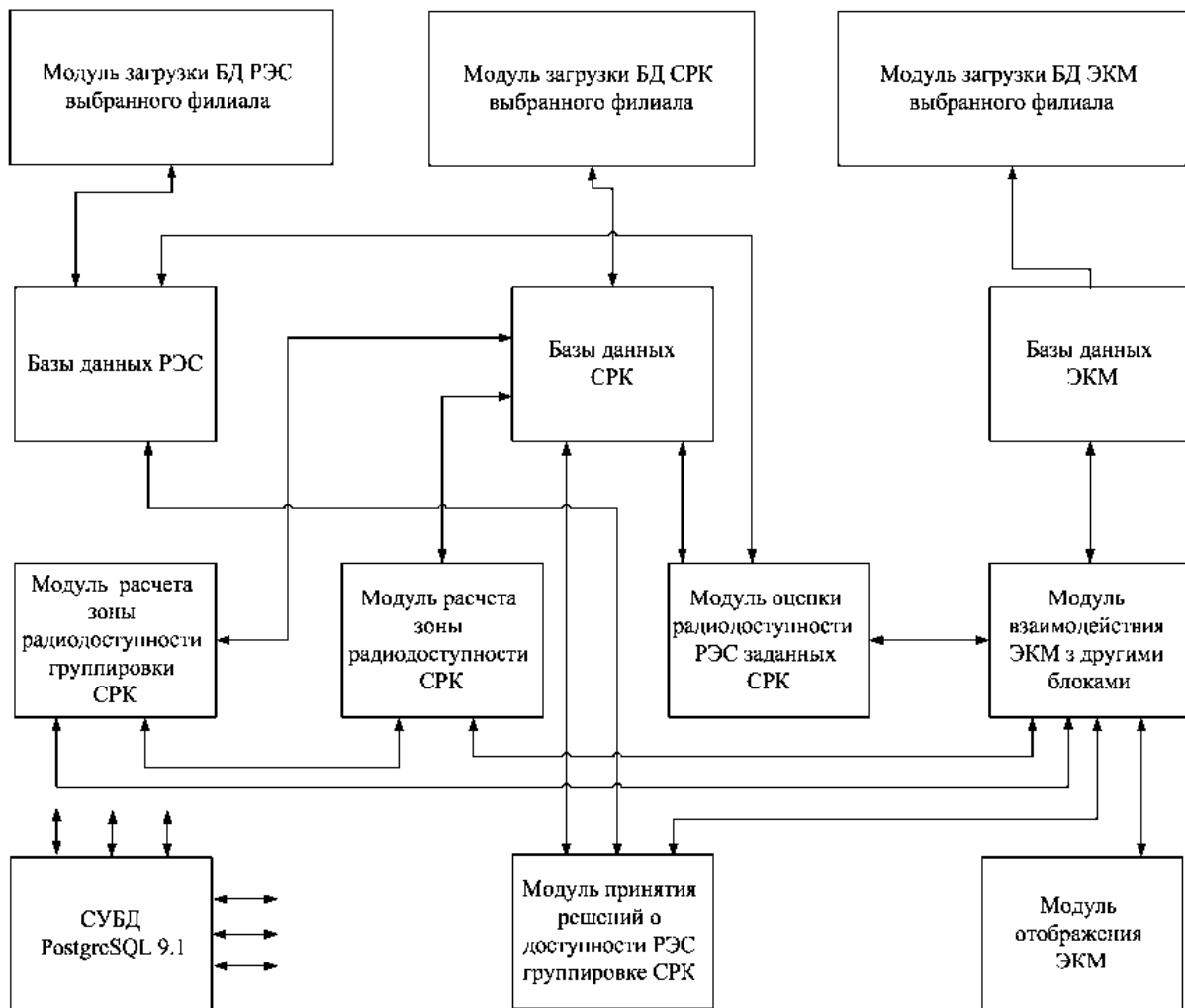


Рис. 2. Структура клиентской части программного обеспечения ИРС

Модуль реализован на основе технологии OpenGL. Такой подход позволил существенно ускорить процесс отображения геоданных на экране монитора.

Модуль взаимодействия ЭКМ с другими модулями обеспечивает извлечение данных, из БД ЭКМ, и преобразование их в вид необходимый для проведения расчетов другими модулями.

Модуль оценки радиодоступности РЭС для заданного СРК обеспечивает расчет мощности сигнала от заданного РЭС на входе приемника соответствующего СРК. На основе расчетов принимает решение о доступности/недоступности заданного РЭС для соответствующего СРК и о возможности создания этим РЭС помех интермодуляции и блокирования.

Модуль расчета зоны радиодоступности СРК обеспечивает реализацию методики оценки зон радиодоступности, и защитных зон СРК от помех интермодуляции и блокирования [4]. Оценка радиодоступности и возможности возникновения помех интермодуляции и блокирования производится на основе принятия решения о доступности/недоступности, возможности/невозможности создания помех

интермодуляции и блокирования некоторого «образцового» передатчика, помещаемого в различные точки пространства.

Модуль принятия решения о доступности РЭС группировке СРК обеспечивает принятие решения о доступности/недоступности заданного РЭС для радиоконтроля группировкой СРК, состоящей из средств выбранных пользователем.

Принятие решения о доступности РЭС группировке СРК принимается на основе решений о доступности заданного РЭС каждому из СРК в отдельности. Критерий доступности РЭС сформулирован следующим образом: «РЭС считается доступным группировке состоящей из  $n$  СРК если оно доступно для радиоконтроля  $m$  отдельным средствам, входящим в группировку»,  $m \leq n$ .

В зависимости от задач радиоконтроля  $m$  может принимать значения 1, 2, 3.

Модуль расчета зоны радиодоступности группировки СРК обеспечивает объединение зон радиодоступности отдельных СРК в зону радиодоступности группировки СРК. Средства радиоконтроля, входящие в группировку, выбираются пользователем. Правило объединения зон радиодоступности

определяется представленным выше критерием доступности РЭС группировке СРК.

Используемый модульный принцип позволяет гибко наращивать или совершенствовать программное обеспечение за счет добавления новых модулей или изменения уже существующих. При этом данные изменения не отразятся на остальных частях системы [5]. В качестве СУБД используется PostgreSQL с расширением PostGIS. Данные системы являются бесплатными и имеют высокую производительность при работе с геоинформационными данными.

Программное обеспечение реализует автоматизированные процедуры выполнения указанных функций для заданных исходных данных и хранения результатов расчета в базе данных (БД). Программное обеспечение технологии состоит из системного (ОС MS Windows 2008 R2, Windows 8, XP), поддерживающего (реляционная СУБД PostgreSQL 9.1 с геоинформационным расширением PostGIS 2.0) и функционального. Функциональное программное обеспечение ИРС "Радиомониторинг" разработано по технологии объектно-ориентированного программирования.

Базовыми языками программирования являются объектно-ориентированные среды программирования типа Visual C++, Delphi.

Программно алгоритмическое обеспечение ИРС «Радиомониторинг-М» позволяет производить расчеты в следующих основных режимах: потери на трассе распространения радиоволн; радиодоступность РЭС; расчет зон радиодоступности; расчет зон защиты по интермодуляции и по блокированию.

## Выводы

На основе выбранных методик и алгоритмов разработана информационно-расчетная система.

Данная система позволяет решать основной круг задач возникающих в при планировании и информационном обеспечении процесса радиомониторинга.

Примененная клиент-серверная архитектура построения программных систем, обеспечивает универсальность разработанной системы, а модульный принцип - легкую адаптацию и модернизацию ее в дальнейшем.

В качестве дальнейших путей по усовершенствованию ИРС можно указать на необходимость добавления новых, современных методик и алгоритмов расчета, например МСЭ-Р Р.452.

## Список литературы

1. Таненбаум Э. *Распределенные системы* [Текст] / Эндрю Таненбаум, Маартен ван Стен. – СПб.: Питер, 2003. – 878 с.
2. Recommendation ITU-R P.1546-5. *Method for point-to-area predictions for terrestrial services in the frequency range 30 MHz to 3 000 MHz.*
3. Recommendation P.452-13. *Prediction procedure for the evaluation of microwave interference between stations on the surface of the Earth at frequencies above about 0.7 GHz.*
4. Галкин С.А. *Разработка методики и алгоритма построения зон радиодоступности для стационарных станций радиоконтроля* / С.А. Галкин, К.Н. Коржуков, М.Ю. Манзюк // *Системы управління, навігації та зв'язку.* – 2012. – Т. 1, № 1. - С. 151-158.
5. Гамма Э. *Приемы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования* [Текст] / Э. Гамма, Р. Хелм, Р. Джонсон, Д. Влассидес. – СПб.: Питер, 2007. – 366 с.

Поступила в редколлегию 12.03.2015

**Рецензент:** д-р техн. наук, доц. С.Ю. Леонов, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», Харьков.

## ОБҐРУНТУВАННЯ СТРУКТУРИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ОЦІНЮВАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ СУМІСНОСТІ ЗАСОБІВ РАДІОКОНТРОЛЮ ІЗ ДЖЕРЕЛАМИ РАДІОВИПРОМІНУВАНЬ РІЗНОМАНІТНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

М.М. Калюжний, С.О. Галкин, К.М. Коржуков, О.В. Хряпкин

*Надано обґрунтування структури інформаційно-розрахункової системи оцінювання електромагнітної сумісності джерел радіовипромінювань із засобами радіоконтролю. Система дає змогу вирішувати основні завдання, що виникають при плануванні та інформаційному забезпеченні процесу моніторингу радіочастотного спектру адміністраціями зв'язку та державними органами в галузі регулювання використання радіочастотного ресурсу.*

**Ключові слова:** інформаційно-розрахункова система, оцінка електромагнітної сумісності, радіочастотний моніторинг.

## RATIONALE FOR THE STRUCTURE OF THE AUTOMATED SYSTEM ASSESSMENT ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY WITH MEANS RADIO SOURCES VARIOUS

M.M. Kalyuzhnyy, S.O. Galkin, K.M. Korzhukov, O.V. Khryapkin

*The rationale for the structure of information and settlement system of evaluation of electromagnetic compatibility of radio sources with the means of radio monitoring. The system allows to solve the main problems arise in terms of planning and information support while monitoring the radio frequency spectrum communication administrations and public authorities in the regulation of the use of radio frequency resource.*

**Keywords:** information and settlement system, the assessment of electromagnetic compatibility, radio frequency monitoring.