

УДК 681.3

*О.В. Загора, к.т.н., доцент, ст. викладач, НУЦЗУ,
Є.Є. Селесенко, викладач, НУЦЗУ,
А.Б. Феценко, к.т.н., доцент, НУЦЗУ*

ІНФОРМАЦІЙНО-РОЗРАХУНКОВА СИСТЕМА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ СУМІСНОСТІ У РАЙОНІ НАДЗВИЧАЙНОЇ СИТУАЦІЇ (представлено д.філос. Б. Сцакал)

Обґрунтовано вимоги до практичної реалізації комп'ютерної розрахункової системи, яка дозволяє оперативно виявляти потенційно несумісні радіоелектронні засоби району надзвичайної ситуації та усувати завади сталому управлінню силами ліквідаторів.

Ключові слова: електромагнітна сумісність, інформаційно-розрахункова система, несумісні радіоелектронні засоби.

Постановка проблеми. Сучасний бурхливий розвиток телекомунікаційних засобів, широке впровадження нових технологій передачі інформації та збільшення кількості радіовипромінюючих пристроїв призводить до проблем сумісного використання радіоелектронними засобами (РЕЗ) радіочастотного спектру. Особливо актуальною така проблема стає під час ліквідації надзвичайних ситуацій (НС) у відповідному районі. Зосередження в одному районі великої кількості РЕЗ, що використовуються як системою управління ДСНС України, так і різноманітними користувачами радіочастотного ресурсу України, призведе до зростання загрози виникнення ненавмисних радіозавад, зривів передачі невідкладної інформації по радіоканалах зв'язку та управління, утруднень і навіть зривів управління підрозділами ліквідаторів.

Запобігання таких ситуацій має певні складності, оскільки ручні розрахунки рівнів завад та інших параметрів електромагнітної сумісності (ЕМС) є неефективними через велику складність і об'єми. Автоматизація цього процесу може дозволити збільшити ефективність виявлення потенційно несумісних РЕЗ, заходів щодо частотного та територіального рознесення РЕЗ, підвищити ефективності інформаційного забезпечення радіочастотного моніторингу у ДСНС України. Рішення даної проблеми вимагає комплексного підходу до питання оцінки стану і забезпечення ЕМС РЕЗ, зосереджених у районі ліквідації НС. Метою розробки інформаційно-розрахункової системи (ІРС) забезпечення ЕМС "Сумісність РЕЗ" є дослідження можливості прогнозування та усунення причин порушення стану ЕМС засобів радіозв'язку району НС, приведення РЕЗ у стан ЕМС шляхом підбору обладнання, параметрів експлуатації та режимів використання РЕЗ.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В роботі [1] здійснено загально теоретичний аналіз методів забезпечення ЕМС РЕЗ, способів контролю ефективності відповідної системи. У роботі [2] обґрунтовано вплив якості математичного забезпечення на ефективність функціонування системи експлуатації. В роботі [3] досліджено склад та структуру система прогнозування стану ЕМС у районі ліквідації НС. У роботі [4] проведено дослідження доцільних математичного методів та розрахункових методик забезпечення задачі пошуку та виявлення потенційно несумісних РЕЗ району НС.

Постановка завдання та його вирішення. Для прийняття обґрунтованих рішень щодо причини порушення стану ЕМС, вибору ефективних шляхів їх усунення необхідно проводити велику кількість розрахунків, враховувати низку умов виникнення тих або інших радіозавад. Метою створення ІРС є підвищення ефективності інформаційного забезпечення органів радіочастотного моніторингу ДСНС України, а також експериментальна оцінка можливості та ефективності практичної реалізації такої системи. При розробці ІРС "Сумісність РЕЗ" авторами враховано основні процедури, необхідні для аналізу та забезпечення ЕМС РЕЗ району НС, здійснено вибір основних елементів системи розрахункової системи, як то (рис. 1):

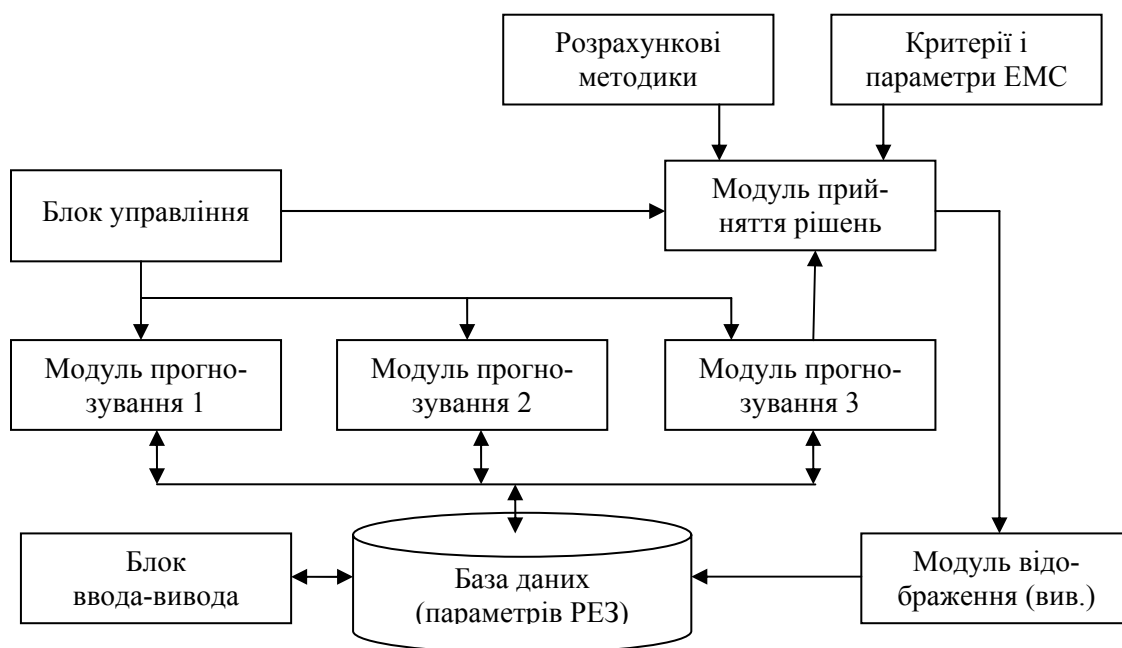


Рис. 1. Структура ІРС "Сумісність РЕЗ"

- бази даних параметрів РЕЗ, що належать підрозділам, та параметрів інших РЕЗ, що функціонують у відповідному регіоні;

- модулі прогнозування можливих комбінацій негативного взаємодії джерел і приймачів (рецепторів) перешкод, та прогнозування ситуацій проникнення перешкод у приймальний тракт потенційного рецептора;

- модулі прогнозування ситуацій виникнення перешкод від потенційних джерел внаслідок явищ інтермодуляції, блокування і перехресних спотворень та оцінки ступеня подавлення рецептора і наслідків перешкодового впливу (прийняття рішень).

ІРС "Сумісність РЕЗ" дозволяє:

- задавати параметри угруповання РЕЗ з відображенням основних характеристик на плані місцевості та панорамі частот (рис. 2);

- проводити розрахунок умов EMC району НС в автоматичному та напівавтоматичному режимі;

- проводити візуальний аналіз особливостей місцевості і локального угруповання у районі ліквідації НС (рис. 3);

- проводити візуальний аналіз особливостей рельєфу траси розповсюдження радіохвиль (РРХ) між РЕЗ району НС;

- здійснювати частотне або територіальне рознесення виявлених несумісних РЕЗ у ручному режимі;

- переглядати та корегувати параметри РЕЗ угруповання.

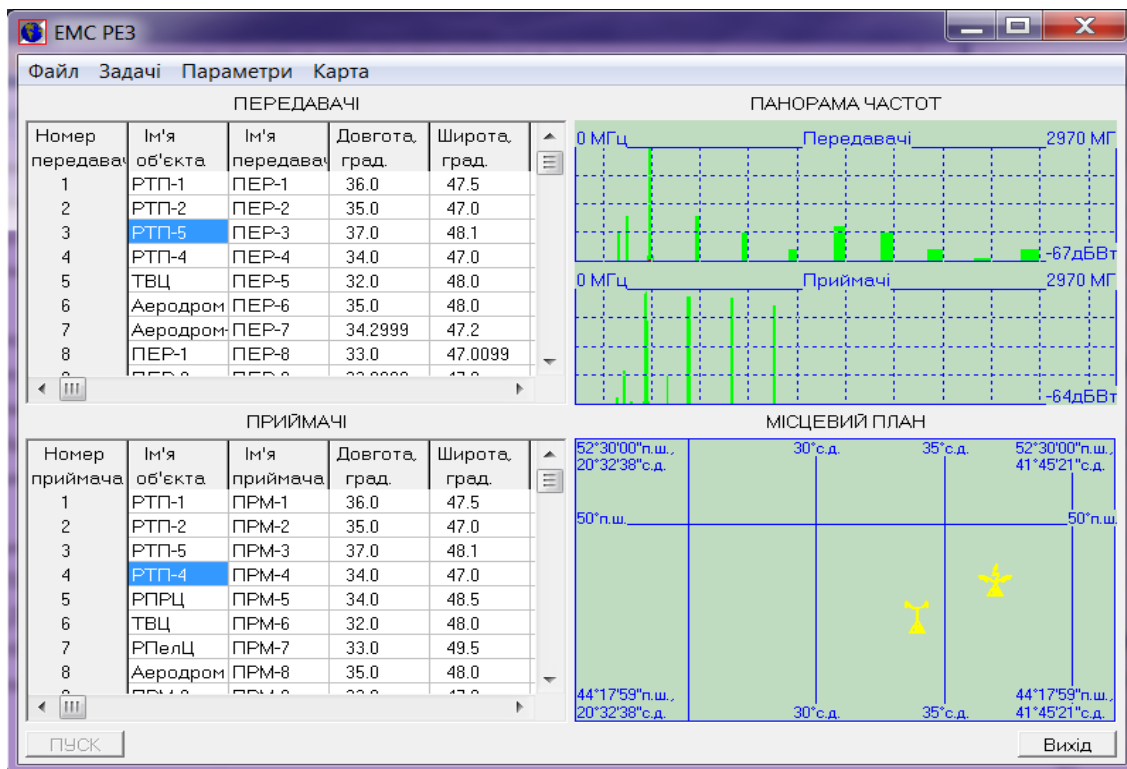


Рис. 2. Головне робоче вікно ІРС "Сумісність РЕЗ"

Такі операції звичайно дають можливість вирішити задачу пошуку потенційно несумісних РЕЗ та приведення угруповання РЕЗ району НС у стан електромагнітної сумісності.

ІРС враховує низку рекомендацій Міжнародного союзу електров'язку, методики розрахунку втрат РРХ у вільному просторі та у зоні тропосферного розповсюдження. Математичною основою розрахунку

параметрів завад є система рівнянь, яку складено на основі фізичних і математичних закономірностей функціонування РЕЗ та утворення заводських сигналів. Оцінка ЕМС здійснюється за енергетичним, часовим і частотним критеріями сумісності РЕЗ. Основу розрахункового алгоритму складають розрахунки рівнів потужності заводських сигналів на вході приймальних пристроїв і відношення „сигнал/завада” з урахуванням низки параметрів РЕЗ та тракту РРХ, які впливають на формування завади.

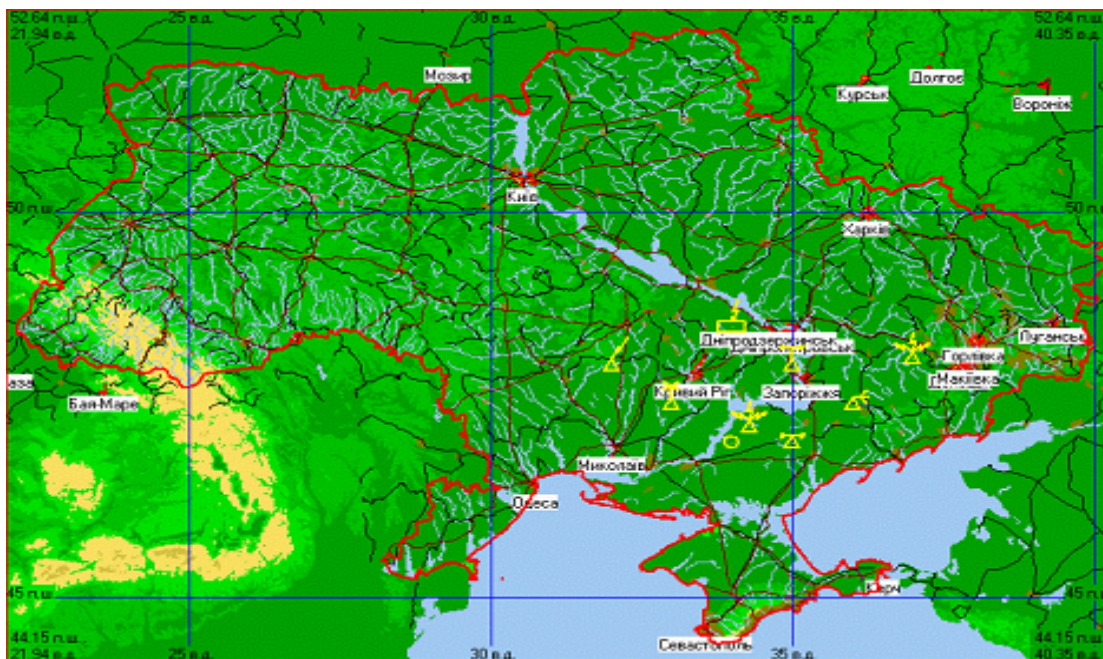


Рис. 3. Відображення угруповання РЕЗ району НС на карті місцевості

Особливістю електромагнітної обстановки району ліквідації надзвичайних ситуацій є можливість одночасного використання різноманітних РЕЗ різнорідними користувачами. При цьому локальна завантаженість окремих ділянок електромагнітного спектру може в разі перебільшувати завантаженість у звичайному режимі, що збільшує ймовірність виникнення перешкод у наслідок інтермодуляційних явищ та позасмугових випромінювань передавачів. Для врахування цих факторів у програмний алгоритм введено коефіцієнт частотної вибірковості приймача, який визначає частину потужності сигналу перешкоди у смузі пропускання приймача

$$K_{\text{чв}}(\Delta f) = 10 \cdot \log \frac{\int_0^{\infty} P(f) df}{\int_0^{\infty} P(f) \cdot |H(f + \Delta f)|^2 df}, \text{ dB}, \quad (1)$$

де $P(f)$ – спектральна маска передавача; $H(f)$ – частотна характеристика приймача; Δf – частотне розстроювання передавача та приймача.

Використання в ІРС електронних карт місцевості дозволяє проводити розрахунки параметрів ЕМС з урахуванням особливостей траси РРХ та місцевого рельєфу.

В випадку виявлення несумісних РЕЗ програма формує звіт, який дозволяє аналізувати причини порушення ЕМС району НС і виробляти пропозиції щодо їх усунення.

Для якісного складання прогнозів ЕМС повинна бути заздалегідь сформована база даних параметрів РЕЗ району надзвичайної ситуації, визначені критерії порушення стану ЕМС.

Як показали дослідження, час на проведення ІРС аналізу стану ЕМС РЕЗ району НС у дуельній ситуації не перевищує кількох мілісекунд, що дозволяє приймати необхідні рішення у реальному масштабі часу.

ІРС "Сумісність РЕЗ" розроблено в середовищі програмування "C++Builder". Для забезпечення її функціонування потрібна ПЕОМ типу ІВМ РС на основі процесору Pentium III з тактовою частотою від 1,5 ГГц, об'ємом ОЗУ – від 300 Мбайт; об'єм вільного простору на вінчестері - не менш 100 Мбайт (залежить від розміру бази даних РЕЗ), монітор SVGA з мінімальним розділенням – 800×600, маніпулятор „миша”.

Висновки. Приведення угруповання РЕЗ району НС у стан електромагнітної сумісності вимагає оперативного виявлення потенційно несумісних РЕЗ і визначення причин порушення умов їх експлуатації. ІРС "Сумісність РЕЗ" дає можливість виявити потенційно несумісні набори параметрів функціонування і взаємного розташування РЕЗ району НС, змодельовати зміну стану ЕМС на випадок зміни вихідних параметрів. Наявність такої інформації дозволяє вчасно прийняти рішення по приведенню угруповання РЕЗ району НС у стан електромагнітної сумісності, забезпечити стійке управління силами ліквідаторів.

Представляє інтерес розробка алгоритмів автоматичного пошуку шляхів усунення причин порушення стану ЕМС району НС та виробки відповідних рекомендацій користувачу системи.

ЛІТЕРАТУРА

1. Феоклистов Ю.А. Теория и методы электромагнитной совместимости радиоэлектронных систем [Электронный ресурс]. – М.: Радио и связь, 1986. – 216 с. – Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/993313>.

2. Абрамов Ю.А. Математическое обеспечение автономного метода объектовых испытаний тепловых пожарных извещателей [Электронный ресурс] / Ю.А. Абрамов, Я.Ю. Кальченко // Проблемы пожарной безопасности: сборник научных трудов. – Вып. 38. – Х.: НУГЗУ, 2015. – Режим доступа: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol38/AbramovKalchenko.pdf>.

3. Система прогнозирования состояния ЭМС РЭС в районе ликвидации чрезвычайной ситуации / Борисова Л.В., Загора О.В., Селеен-

ко Є.Є., Фещенко А.Б. // Проблеми цивільного захисту: управління, попередження, аварійно-рятувальні та спеціальні роботи: міжнар. наук-практ. конф.: тези допов. – Х.: НУЦЗУ, 2014. – С. 84.

4. ЕМС засобів зв'язку в умовах надзвичайних ситуацій / Загора О.В., Фещенко А.Б., Селеєнко Є.Є., Хрістич В.В. // Підсумковий звіт про НДР "Розробка алгоритмів та програмного забезпечення розрахунку умов ЕМС засобів радіозв'язку в умовах НС". – Х.: НУЦЗУ, 2015. – 112 с.

Отримано редколегією 02.03.2017

А.В. Загора, Е.Е. Селеєнко, А.Б. Фещенко

Информационно-расчетная система обеспечения электромагнитной совместимости в районе чрезвычайной ситуации

Обоснованы требования по практической реализации компьютерной расчетной системы, которая позволяет оперативно выявлять потенциально несовместимые радиоэлектронные средства района чрезвычайной ситуации и устранять помехи устойчивому управлению силами ликвидаторов.

Ключевые слова: электромагнитная совместимость, информационно-расчетная система, несовместимые радиоэлектронные средства.

O.V. Zakora, Y.Y. Seleenko, A.B. Feshchenko

Information and settlement system to ensure electromagnetic compatibility in the area of emergency

The requirements for the practical implementation of a computerized settlement system are substantiated, which allows to quickly identify potentially incompatible radioelectronic facilities in the emergency area and to remove interference to the sustainable management of the forces of the liquidators.

Keywords: electromagnetic compatibility, information system design, incompatible electronic means.