

**ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОЗРАХУНКУ ЕМС РЕЗ У РАЙОНІ
НАДЗВИЧАЙНОЇ СИТУАЦІЇ***О.В. Загора, канд. техн. наук, доцент, НУЦЗУ**Є.С. Селеєнко, НУЦЗУ**А.Б. Феценко, канд. техн. наук, доцент, НУЦЗУ*

Бурхливий розвиток засобів радіозв'язку, широке впровадження нових технологій передачі інформації призводить до проблем сумісного використання радіоелектронними засобами (РЕЗ) радіочастотного спектру, в тому числі під час ліквідації надзвичайних ситуацій (НС). Можливе зосередження в одному районі великої кількості РЕЗ, що використовуються як системою управління ДСПС України, так і іншими користувачами радіочастотного ресурсу України, призводять до зростання загрози виникнення неспавмисних радіозавад, зривів передачі невідкладної інформації по радіоканалах зв'язку та управління, утрудненням і навіть зривів управління підрозділами ліквідаторів.

Рішення даної проблеми вимагає комплексного підходу до питання оцінки стану і забезпечення електромагнітної сумісності (ЕМС) РЕЗ, зосереджених у районі ліквідації НС. Ручні розрахунки рівнів завад та пов'язаних параметрів 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 ДСПС України. Метою використання інформаційно-розрахункової системи (ІРС) забезпечення ЕМС може бути усунення причин порушення стану засобів радіозв'язку району ІС, приведення РЕЗ у стан ЕМС шляхом підбору відповідного обладнання, параметрів експлуатації та ряд пов'язаних задач. В роботі [1] здійснено загально теоретичний аналіз методів забезпечення ЕМС РЕЗ, способів контролю ефективності відповідної системи. В [2] проведено дослідження доцільних методів та математичного забезпечення задачі пошуку та виявлення потенційно несумісних РЕЗ району НС. Прийняття обґрунтованих рішень про причини порушення стану ЕМС та ефективні шляхи їх усунення вимагає врахування низки умов, проведення великої кількості розрахунків. Для автоматизації цього процесу доцільно використовувати ІРС "Сумісність РЕЗ", при розробці якої авторами підібрано основні процедури, необхідні для аналізу та забезпечення ЕМС РЕЗ району.

ІРС дозволяє задавати параметри угруповання РЕЗ з відображенням основних характеристик на плані місцевості та панорамі частот, проводити розрахунок умов ЕМС в автоматичному та напівавтоматичному режимі, здійснювати частотне або територіальне рознесення виявлених несумісних РЕЗ у ручному режимі, проводити візуальний аналіз особливостей місцевості і локального угруповання у районі розташування РЕЗ, особливостей рельєфу траси розповсюдження радіохвиль (РРХ) між двома обраними крапками та інше. Такі операції звичайно дозволяють вирішити задачу пошуку потенційно несумісних РЕЗ та приведення угруповання РЕЗ у стан електромагнітної сумісності.

ІРС враховує низку відповідних 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 завадових сигналів. Оцінка ЕМС здійснюється за енергетичним, часовим і частотним критеріями сумісності РЕЗ.

Основа розрахункового алгоритму складають розрахунки рівнів потужності завадових сигналів на вході приймальних пристроїв і відношення „сигнал/завада” з урахуванням низки параметрів РЕЗ та тракту РРХ, які впливають на формування завади:

$$P_{\text{дБ.Вт}} = P_{\text{T}} + G_{\text{T}} + G_{\text{R}} + G_{\text{T}}(\alpha, \beta) + G_{\text{R}}(\alpha, \beta) + \eta_{\text{T}} + \eta_{\text{R}} + K_{\text{ЧВ}} + V_{\text{ТР}} + V_{\text{ВП}}, \quad (1)$$

де P_{T} – потужність передавача завад, дБ/Вт;

$G_{\text{T}}, G_{\text{R}}$ – коефіцієнти підсилення антен приймача, передавача, дБ;

$G_{\text{T}}(\alpha, \beta), G_{\text{R}}(\alpha, \beta)$ – значення нормованої діаграми спрямованості антени передавача у напрямку на приймач, приймача у напрямку на передавач, дБ;

$\eta_{\text{T}}, \eta_{\text{R}}$ – коефіцієнти, які враховують втрати потужності сигналу у трасі передавача, приймача, дБ;

$K_{\text{ЧВ}}$ – коефіцієнт частотної вибіркової приймача, дБ;

$P(f)$ – спектральна маска передавача;

$H(f)$ – частотна характеристика ППЧ приймача;

$f_{\text{T}}, f_{\text{R}}$ – центральні частоти джерела та рецептора завад.

$V_{\text{ТР}}, V_{\text{ВП}}$ – коефіцієнти, які враховують втрати потужності сигналу на трасі РРХ, у вільному просторі, дБ.

Використання у ІРС карт місцевості дозволило проводити розрахунки параметрів ЕМС з урахуванням особливостей траси РРХ та рельєфу місцевості.

ІРС складається з апаратних та програмних засобів, які реалізують методу розрахунку критеріїв, прийняття рішень та відображення результатів аналізу щодо ЕМС РЕЗ району, алгоритми відображення та керування графічним інтерфейсом, роботи з базою даних РЕЗ та об'єктів, керування параметрами ІРС.

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

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

ЛИТЕРАТУРА

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

2. ЕМС засобів зв'язку в умовах надзвичайних ситуацій. / Загора О.В., Фещенко А.Б., Селесенко С.Є., Хрестіч В.В.// Підсумковий звіт про ПІДР "Розробка алгоритмів та програмного забезпечення розрахунку умов ЕМС засобів радіозв'язку в умовах ПС". – Х.: ПУЦЗУ, 2015, – 112 с.