

# Загальні питання

УДК 621.396

Г.В. Певцов, В.А. Лупандін, Г.В. Мегельбей, В.В. Мегельбей

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

## ОБРИС АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ОЦІНЮВАННЯ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ СУМІСНОСТІ УГРУПОВАННЯ РАДІОЕЛЕКТРОННИХ ЗАСОБІВ

*У статті визначений обрис автоматизованої системи оцінювання та забезпечення електромагнітної сумісності угруповання радіоелектронних засобів.*

**Ключові слова:** електромагнітна сумісність, радіоелектронні засоби, автоматизована система оцінювання та забезпечення електромагнітної сумісності.

### Вступ

**Загальна постановка проблеми і аналіз літератури.** Значна кількість типів та радіовипромінюючих і радіоприймальних засобів, які застосовуються та плануються до використання, значно ускладнюють розрахунки з електромагнітної сумісності (ЕМС) [1,2].

Висока трудомісткість та складність розрахунків щодо забезпечення ЕМС угруповання радіоелектронних засобів (РЕЗ) визначає необхідність розробки та застосування автоматизованої системи, до складу якої, крім апаратних засобів, мають входити пакет прикладних програм, бази даних та цифрові карти місцевості. Таким чином, розробка алгоритмів та прикладних програм розрахунку ЕМС РЕЗ та створення баз даних для зберігання та обробки інформації про тактико-технічні характеристики РЕЗ є актуальним завданням [2].

Роботи щодо створення автоматизованої системи оцінювання та забезпечення ЕМС РЕЗ ведуться в усіх розвинених країнах світу. Ряд науково-дослідних установ Російської Федерації працюють над створенням програмного забезпечення в інтересах радіочастотного моніторингу, управління використанням радіочастотного ресурсу, в тому числі розрахункових програм оцінки ЕМС РЕЗ. Однак, основні питання щодо створення автоматизованої системи оцінювання та забезпечення ЕМС угруповання РЕЗ, а також баз даних параметрів, що визначають ЕМС, не вирішені.

**Метою статті** є обґрунтування вимог до автоматизованої системи оцінювання та забезпечення ЕМС угруповання РЕЗ.

### Основна частина

Забезпечення ЕМС угруповання РЕЗ досягається раціональною організацією угруповання та відповідному виборі параметрів окремих РЕЗ. При цьому найбільше значення надається тим параметрам РЕЗ, що забезпечують їх ефективне функціонування в угрупованні [2,3].

При забезпеченні ЕМС здійснюється визначення характеристик РЕЗ, що впливають на інші РЕЗ

угруповання, виявлення й аналіз зв'язків між ними.

Забезпечення ЕМС РЕЗ відносно конкретного угруповання можна поділити на два етапи [2-4]:

1. Оцінювання ЕМС РЕЗ. Оцінювання проводиться з метою перевірки ЕМС РЕЗ і при її порушенні – визначення конкретних причин несумісності, яке включає виявлення джерел ненавмисних перешкод (завад) і шляхів їх впливу на приймачі. Оцінювання ЕМС у групі РЕЗ базується на результатах дослідження електромагнітної обстановки та параметрів ЕМС РЕЗ.

2. Розробка, впровадження й оцінка ефективності практичних заходів щодо забезпечення ЕМС.

Другий етап здійснюється у випадку, коли за результатами першого етапу виявлені несумісні РЕЗ. Основою другого етапу є результати першого.

Способи забезпечення ЕМС РЕЗ, які використовуються на практиці, поділяють на технічні та організаційні заходи.

Технічні заходи забезпечення ЕМС здійснюються на етапах розробки та модернізації РЕЗ.

Організаційні заходи використовуються для забезпечення ЕМС в угрупованні РЕЗ на стадії експлуатації. Їх мета полягає в найкращому застосуванні частотних, часових, територіальних і просторових відмінностей функціонування РЕЗ з метою забезпечення їх ЕМС. Організаційні заходи щодо забезпечення ЕМС РЕЗ спрямовані на організацію роботи угруповань РЕЗ шляхом встановлювання режимів, які регламентують їх роботу за простором, часом та частотою. Організаційні заходи проводяться при експлуатації РЕЗ і мають на меті привести угруповання РЕЗ у стан ЕМС.

Основними організаційними заходами щодо забезпечення ЕМС РЕЗ є:

- розподіл і призначення робочих частот РЕЗ;
- просторові обмеження роботи РЕЗ;
- часові обмеження роботи РЕЗ;
- частотно-територіальне рознесення РЕЗ;
- використання екрануючих властивостей місцевості;
- використання штучних екранувальних пристроїв;

врахування вимог інструкцій з використання конкретних РЕЗ щодо зниження взаємного впливу на інші РЕЗ;

виявлення нових джерел ненавмисних перешкод (завад).

Використання засобів автоматизації для рішення розрахункових задач, пов'язаних з ЕМС угруповання РЕЗ, потребує проведення великого обсягу робіт з формалізації процесів і розподілу на окремі формальні операції, з яких можливо побудувати визначену логічну послідовність дії для досягнення поставленої мети. Такі окремі операції повинні бути описані певними алгоритмами, виконання яких дасть змогу користувачу отримати рішення з питань організації ЕМС [5].

Таким чином, автоматизована система оцінювання та забезпечення ЕМС угруповання РЕЗ, має відповідати заданим вимогам, та повинна будуватися на єдиних системних, структурних, математичних і методологічних принципах, а їх розробка має здійснюватися з урахуванням [5]:

типізації та уніфікації форм документів вхідної і вихідної інформації;

використання єдиних принципів класифікації і кодування інформації;

розробки типових процесів обробки інформації;

побудови за модульним принципом;

управління ходом обчислювального процесу рішення задач і документування їх результатів;

гнучкості структури до зміни форм вхідної та вихідної інформації;

контролю достовірності інформації, що поступає, результатів, що отримуються і збереження інформації в базах даних;

можливості нарощування складу задач, що вирішуються, без істотної зміни структури;

розмежування доступу до інформації і результатів, що видаються;

видачі результатів рішення задач в зручній для сприйняття формі;

формування запитів до користувача в невизначених ситуаціях;

використання для розробки мов програмування високого рівня, наприклад C++;

зрозумілий і простий у користуванні інтерфейс програмного забезпечення.

Для подальшого аналізу і проектування програмної частини системи доцільно розглянути порядок роботи користувача з автоматизованою системою оцінки та забезпечення ЕМС угруповання РЕЗ. Така автоматизована система повинна дозволити користувачу виконувати наступні дії:

підготовка вихідних даних про угруповання РЕЗ;

проведення розрахунків ЕМС угруповання РЕЗ;

зберігання та виведення на екран результатів розрахунків.

Для автоматизації процесу підготовки вихідних даних для проведення розрахунку ЕМС в розроблюваному програмному забезпеченні доцільно передбачити "Довідник РЕЗ", в якому містилися б необ-

хідні для проведення розрахунків тактико-технічні характеристики (ТТХ) для кожного зразка РЕЗ. Довідник має зберігати інформацію про типи РЕЗ, частоти і потужності передавачів, частоти приймачів, типи і місце розташування антен. Для повноцінної роботи з "Довідником РЕЗ", слід передбачити можливість додавання-видалення РЕЗ, редагування їх ТТХ. Для програмної реалізації "Довідника РЕЗ" доцільно використовувати бази даних.

З використанням даних "Довідника РЕЗ" формуються вихідні дані для розрахунку РЕЗ: склад угруповання РЕЗ, їх зони відповідальності, положення діаграм спрямованості антен тощо. При цьому, користувач повинен мати можливість уточнити конкретні параметри функціонування окремого РЕЗ (частота та вид сигналу, сектор огляду, місцеположення та інше). Для наочності відображення угруповання РЕЗ та визначення профілю рельєфу місцевості на шляху розповсюдження радіохвиль доцільно використовувати цифрові карти. Вихідні дані для розрахунку ЕМС угруповання РЕЗ з метою повторного використання слід зберігати в базі даних.

Для розрахунку ЕМС угруповання РЕЗ слід передбачити алгоритми обчислення, відображення і документування наступних параметрів:

коефіцієнт послаблення дії радіоперешкоди при побічному радіовипромінюванні;

коефіцієнт послаблення дії радіоперешкоди за рахунок наявності природних і штучних завад на трасі розповсюдження;

коефіцієнт послаблення дії радіоперешкоди за рахунок розповсюдження поблизу поверхні землі.

коефіцієнт послаблення дії радіоперешкоди за рахунок поглинання енергії в атмосфері;

коефіцієнт послаблення дії радіоперешкоди за рахунок часового рознесення;

коефіцієнт послаблення дії радіоперешкоди за рахунок неспівпадіння орієнтації головної пелюстки діаграми спрямованості антени радіоприймального пристрою с напрямом на радіопередавальний пристрій;

коефіцієнт послаблення дії радіоперешкоди за рахунок неспівпадіння поляризації;

коефіцієнт послаблення радіоперешкоди в облаштуванні антенного фідера радіоприймального пристрою;

коефіцієнт послаблення дії радіоперешкоди за рахунок втрат при поширенні радіохвиль для РЕЗ, що розміщуються на об'єкті або в локальному угрупованні;

коефіцієнт послаблення дії радіоперешкоди за рахунок втрат при поширенні радіохвиль уздовж поверхні об'єкту;

коефіцієнт послаблення дії радіоперешкоди за рахунок територіального рознесення;

коефіцієнт послаблення дії радіоперешкоди за рахунок неспівпадіння головної пелюстки діаграми спрямованості антени передавача з напрямом на приймач;

щільність потоку потужності, створюваної радіопередавальним пристроєм джерела перешкод, в місці

розташування антени радіоприймального пристрою;  
кофіцієнт послаблення дії радіоперешкоди за рахунок частотного рознесення;  
кофіцієнт послаблення дії радіоперешкоди за рахунок її впливу через побічні канали прийому;  
потужність перешкоди на вході радіоприймального пристрою.

Оцінка ЕМС угруповання повинна ґрунтуватися на послідовному аналізі пар "передавач-приймач" угруповання РЕЗ за визначеними критеріями з прийняттям рішення щодо їх сумісності. До несумісних відносяться ті пари РЕЗ, які отримали негативний (щодо сумісності) результат за енергетичним критерієм. За результатами аналізу повинен формуватися перелік несумісних пар РЕЗ.

За результатами роботи програми користувач має приймати рішення щодо: сумісності окремих пар або визначеного угруповання РЕЗ; можливості призначення радіоелектронному засобу нової робочої частоти (частот); зміни робочих частот або позицій (географічних координат розташування) потенційно несумісних РЕЗ.

З метою перевірки адекватності прийнятих організаційних заходів щодо забезпечення ЕМС РЕЗ, вносяться відповідні зміни до вихідних даних створеного угруповання РЕЗ та проводяться повторні розрахунки.

Крім того, в автоматизованій системі доцільно реалізувати наступні функції:

режим повного перебору частот РЕЗ при їх парній перевірці на ЕМС;

розрахунок норм частотно-територіального рознесення;

розрахунок гранично допустимих рівнів позасмугових і побічних випромінювань для передавачів різних типів.

Автоматизована система оцінки та забезпечення ЕМС угруповання РЕЗ являє собою складну систему. Одним з підходів до проектування складних програмних системи є розділення її на підсистеми, кожен з яких можна розробляти незалежно від інших. Для декомпозиції розроблювальної програмної системи доцільно використовувати об'єктно-орієнтований підхід, який має ряд переваг перед алгоритмічною декомпозицією [6]. Об'єктно-орієн-

тована технологія ґрунтується на об'єктній моделі. Основними принципами якої є: абстрагування, інкапсуляція, модульність, ієрархічність.

Для забезпечення реалізації наведених вимог в розроблювальному програмному забезпеченні слід передбачити три основних модуля:

модуль обробки інформації, що зберігається в базах даних;

розрахунковий модуль;

модуль відображення та виведення результатів роботи програми.

Вибір правильного набору абстракцій для заданої предметної області є головним завданням об'єктно-орієнтованого проектування, яке створює фундамент для остаточної реалізації системи з використанням методології об'єктно-орієнтованого програмування.

## Висновок

Таким чином в статті визначений обрис автоматизованої системи оцінювання та забезпечення електромагнітної сумісності угруповання радіоелектронних засобів. Розглянуті основні складові (модулі) програмного забезпечення, намічені шляхи проектування і програмної реалізації.

## Список літератури

1. *Электромагнитная совместимость радиоэлектронных систем и средств* / Под ред. Н.М. Царькова. – М.: Радио и связь, 1985. – 272 с.
2. *Смолко А.Д. Теория и техника радиоэлектронных систем* / А.Д. Смолко – Х.: ВИРТА, 1988. – 286 с.
3. *Загора О.В. Теория та техніка радіоелектронних систем: Ч. 1. Радіолокаційні й радіонавігаційні системи: навч. посібн.* / О.В. Загора. – Х.: ХВУ, 1999. – 346 с.
4. *Радиотехнические системы: учебн. для вузов по спец. "Радиотехника"* / Ю.П. Гришин, В.П. Ипатов, Ю.М. Казаринов и др.; под ред. Ю.М. Казаринова. – М.: Высшая школа, 1990. – 496 с.
5. *ГОСТ 34.601-90 Автоматизовані системи. Стадії створення.*
6. *Архангельский А.Я. Программирование в С++ Builder 6 и 2006* / А.Я. Архангельский, М.А. Тагин - М.: ООО "Бином-Пресс", 2007. - 1184 с.

Надійшла до редколегії 12.10.2012

**Рецензент:** д-р техн. наук проф. О.М. Сотніков, Харківський університет Повітряних Сил ім. І.Кожедуба, Харків.

## ОПИСАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ ГРУППИРОВКИ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Г.В. Певцов, В.А. Лупандин, Г.В. Мегельбей, В.В. Мегельбей

*В статье определено описание автоматизированной системы оценки и обеспечения электромагнитной совместимости группировки радиоэлектронных средств.*

**Ключевые слова:** электромагнитная совместимость, радиоэлектронные средства, автоматизированная система оценки и обеспечения электромагнитной совместимости.

## DESCRIPTION OF AUTOMATED SYSTEM EVALUATION AND MAINTENANCE ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY GROUPING RADIO ELECTRONIC

G.V. Pevtsov, V.A. Lupandin, G.V. Megelbey, V.V. Megelbey

*In this article the description of automated assessment and an electromagnetic compatibility of radio electronic equipment group.*

**Keywords:** electromagnetic compatibility, radio electronics, automated-tion evaluation and electromagnetic compatibility.