

УДК 621.396.6

ОЦЕНИВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ДОСТУПНОСТИ ШИРОКОДИАПАЗОННЫХ СРЕДСТВ РАДИОКОНТРОЛЯ МЕТОДАМИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

К. т. н. Н. М. Калюжный, к. т. н. А. В. Хряпкин, В. И. Колесник

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
Украина, г. Харьков
3rmorti7@gmail.com

Рассмотрены процесс и результаты оценивания электромагнитной доступности и совместимости радиоизлучений группировки радиоэлектронных средств средствам радиоконтроля. Разработанное программно-алгоритмическое обеспечение позволяет принять решение об электромагнитной доступности, создании помех интермодуляции или блокирования средств радиоконтроля и отобразить на электронной карте местности электромагнитно-объектовую обстановку.

Ключевые слова: электромагнитная доступность, электромагнитная совместимость, радиоэлектронные средства, широкодиапазонные средства радиоконтроля.

Для повышения эффективности радиомониторинга национального радиочастотного ресурса возникает актуальная задача оценивания методами математического моделирования электромагнитной доступности (ЭМД) излучений группировок радиоэлектронных средств (РЭС) и их электромагнитной совместимости (ЭМС) широкодиапазонными средствами радиоконтроля (СРК). Практическое решение состоит в разработке алгоритма принятия решения и программного модуля для существующей национальной информационно-расчетной системы «Радиомониторинг-М» [1].

Алгоритм принятия решения об электромагнитной доступности/недоступности РЭС или создании помех интермодуляции/блокирования СРК основан на расчете мощности сигнала на входе приемника и сравнении его со значением, необходимым для принятия решения.

Мощность сигнала на входе приемника СРК определяется выражением:

$$P_{C(II)} = P_T - \alpha_T + G_T(\beta_{TR}, \varepsilon_{TR}) - L_{TR}(d) - K_{II} + G_R(\beta_{RT}, \varepsilon_{RT}) - \alpha_R - FDR_{TR}(\Delta f), \quad (1)$$

где P_T – мощность передатчика РЭС;

α_T и α_R – потери в антенно-фидерных трактах соответственно РЭС и СРК;

$G_T(\beta_{TR}, \varepsilon_{TR})$ – коэффициент усиления антенны РЭС в направлении на СРК;

$L_{TR}(d)$ – потери сигнала на трассе распространения радиоволн;

K_{II} – коэффициент несовпадения поляризации антенн РЭС и СРК;

$G_R(\beta_{RT}, \varepsilon_{RT})$ – коэффициент усиления антенны СРК в направлении на РЭС;

$\beta_{TR}, \beta_{RT}, \varepsilon_{TR}, \varepsilon_{RT}$ – азимуты и углы места соответственно;

$FDR_{TR}(\Delta f)$ – коэффициент учета потерь (несовпадение полос и рабочих частот РЭС и СРК).

Критериями принятия решения об ЭМД и отсутствии помех являются условия

$$P_C \geq P_{R, \min} \quad \text{и} \quad P_{II} \leq P_{II, \text{доп}}, \quad (2)$$

где $P_{R, \min}$ и $P_{II, \text{доп}}$ – соответственно чувствительность и допустимая мощность помехи на входе радиопередающего устройства СРК. В противном случае принимается противоположное решение.

Разработанный алгоритм оценки радиодоступности РЭС в укрупненном виде приведен на рис. 1.

Алгоритм принятия решения о возникновении помех интермодуляции и блокирования отличается от алгоритма оценки ЭМД только уровнями возникновения помех.

Разработанный программный модуль обеспечивает:

– выбор условий и задание параметров расчета;

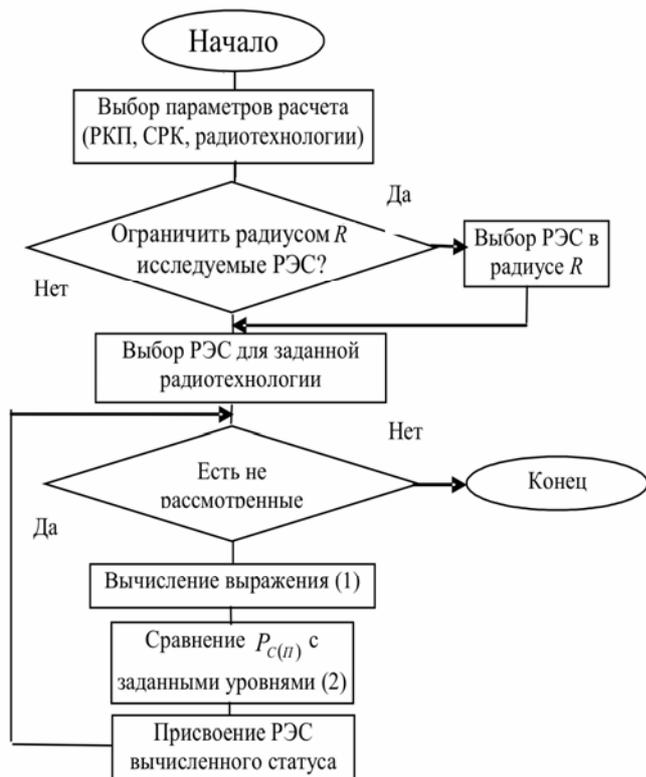


Рис. 1. Алгоритм оценки радиодоступности РЭС

- расчет уровня потерь и мощности сигнала на входе приемника СРК;
- принятие решения об электромагнитной доступности/недоступности и помех интермодуляции/блокирования на входе СРК;
- отображение результатов расчетов на электронной карте местности (ЭКМ).

На рис. 2 представлены результаты расчета радиодоступности на примере СРК типа АИК-С радиотехнологии GSM-900 в радиусе 30 км. На рис. 3 приведены результаты расчета радиодоступности РЭС. Отображены РЭС, которые создают широкодиапазонным СРК помехи интермодуляции и блокирования.

Разработанное программно-алгоритмическое обеспечение позволяет оценивать электромагнитно-объектовую обстановку в зоне действия СРК в регионах страны, использовать результаты расчета для выбора размещения стационарных СРК и маршрутов движения мобильных СРК.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Калужный Н. М., Дохов А. И., Благодарный В. Г. Информационная технология оценивания электромагнитной доступности и совместимости широкодиапазонных средств радиоконтроля электромагнитно-объектовой обстановки // Сборник научных трудов 5-го МРФ «Прикладная радиоэлектроника. Состояние и перспективы развития». Т. 1.— Украина, г. Харьков.— 2014.— С. 13–18.
2. Управление радиочастотным спектром и электромагнитная совместимость радиосистем // Под ред. М. А. Быховского.— Москва: Эко-Трендз, 2006.

N. M. Kalyuzhniy, A. V. Khryapkin, V. I. Kolesnik

Estimation of electromagnetic accessibility and compatibility of wide-range radio facilities by mathematical modeling method.

The paper deals with the process and results of estimation of the electromagnetic accessibility and compatibility of emission of radio electronic devices to radio monitoring devices. The authors have developed software and an algorithm which allow making decision about electromagnetic accessibility, creating intermodulation interference, blocking radio monitoring devices and displaying electromagnetic environment on the digital map.

Key words: electromagnetic accessibility and compatibility, wide-range radio facilities.

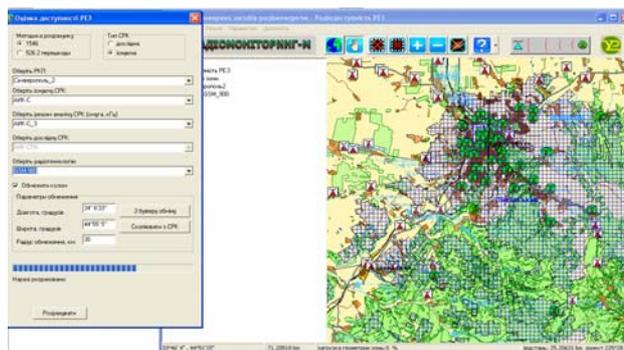


Рис. 2. Интерфейс модуля и результаты расчета радиодоступности СРК



Рис. 3. РЭС, создающие помехи по блокированию и интермодуляции