

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ РАДИОПЕРЕДАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ПО ОДНОМУ ИЗ КРИТЕРИЕВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ

проф. В.Е. Пустоваров, к.т.н. К.И. Хударковский, к.т.н. Ю.Б. Прибылев

В статье предложена методика оптимизации параметров радиопередающего устройства по относительному уровню неосновных излучений при ограничении на стоимость.

В настоящее время темпы развития радиоэлектронных и электротехнических средств очень высоки и продолжают непрерывно возрастать. Сегодня автоматика, энергетика, вычислительная и медицинская техника пользуется в той или иной мере достижениями радиоэлектроники, не говоря о системах связи, телевидения, локации и навигации. Тем самым значительно расширяется предметная область одной из серьёзнейших проблем современной радиотехники – проблемы обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС) радиоэлектронных, электронных и электротехнических средств.

Закономерное обострение проблемы ЭМС в последние годы вынуждает разработчиков радиоэлектронной аппаратуры учитывать фактор электромагнитной совместимости на всех этапах жизненного цикла изделия. Ключевым, безусловно, является этап проектирования. Экспериментальные данные о спектрах передающих устройств современных РЭС свидетельствуют о том, что практически все они излучают не только в необходимой полосе, но и за её пределами [3, 4].

Проведённый системный анализ неосновных излучений радиопередающих устройств (РПДУ) различных типов показал, что принимаемые меры по их исключению (уменьшению) малоэффективны по следующим причинам:

- различные, в ряде ситуаций случайные, механизмы их возникновения и, как следствие, отсутствие единого подхода к их анализу;
- отсутствие математического аппарата, позволяющего увязать параметры и характеристики ЭМС РПДУ с его показателями;
- низкий уровень технологии проектирования и изготовления элементов и устройств.

Предлагаемый в статье подход к оптимизации параметров РПДУ позволяет учесть приведённые выше недостатки при проектировании. Оптимизация параметров радиопередающего устройства, входящего в состав комплекса или группировки средств, целесообразна при ограничении на стоимость

применяемых средств борьбы с неосновными излучениями. В качестве критерия оптимизации параметров используется выражение [1, 2]:

$$\eta^{-1}(\alpha)_k \sum_{k=1}^m d_k \alpha_k^{-1}, \quad (1)$$

где α_k^{-1} – относительный уровень неосновных излучений по напряжению; d_k – коэффициенты, учитывающие нечастотные способы борьбы с неосновными излучениями передатчика; $\eta^{-1}(\alpha)_k$ – показатель качества ЭМС, характеризующий эффект ослабления неосновных излучений, достигнутый применением некоторых средств.

Стоимость всех применяемых средств с учётом аддитивных свойств стоимости составляет

$$C_{\text{сум.прд}} = \sum_{k=1}^m C_k(\alpha_k^{-1}). \quad (2)$$

Коэффициент d_k (1) в первом приближении можно не учитывать, полагая равным единице [1, 2]. Будем считать, что общее ослабление неосновных излучений должно быть не менее $\alpha_{k \text{ треб.}}^{-1}$. Тогда, наиболее эффективным решением окажется такое, которое при достижении требуемого ослабления излучений $\alpha_{k \text{ треб.}}^{-1}$ будет иметь наименьшую стоимость

$$C_{\text{сум.прд}} = \sum_{k=1}^m C_k(\alpha_k^{-1}) \rightarrow \min \quad (3)$$

при
$$\sum_{k=1}^m \alpha_k^{-1} \leq \alpha_{k \text{ треб.}}^{-1};$$

$$\alpha_k^{-1} \leq \alpha_{k \text{ max}}^{-1},$$

где $\alpha_{k \text{ max}}^{-1}$ – предельные значения, определяемые другими, например, массогабаритными ограничениями.

Решению этой задачи будет соответствовать наиболее эффективная совокупность мер по ослаблению неосновных излучений. Решение этой задачи в значительной степени зависит от выбора функции $C_k(\alpha_k^{-1})$, аппроксимирующей зависимость стоимости от значения достигаемого эффекта ослабления излучений, т.е. от относительного уровня неосновных излучений.

Проведённый анализ и ряд полученных зависимостей относительных уровней неосновных излучений от стоимости [1, 2] показали, что для упрощения задачи в ряде случаев в качестве $C_k(\alpha_k^{-1})$ можно исполь-

зывать степенную функцию $C_k (\alpha_k^{-1})^{l_k}$, где l_k – натуральные числа.

В этом случае поставленная задача приводится к виду

$$C_{\text{прд.мин}} = \sum_{k=1}^m C_k (\alpha_k^{-1})^{l_k} \quad (4)$$

при
$$\sum_{k=1}^m \alpha_k^{-1} \leq \alpha_{k \text{ треб.}}^{-1}; \quad \alpha_k^{-1} \leq \alpha_{k \text{ max.}}^{-1}.$$

Функция (4) достигает экстремума при значениях

$$\alpha_{k \text{ опт.}}^{-1} = \frac{\alpha_{k \text{ треб.}}^{-1}}{\left[\sum_{k=1}^m \left(\frac{C_M l_m}{C_k l_k} \right)^{1/l_k} \right]^{\frac{1}{\sum_{k=1}^m \frac{l_m}{l_k}}}} \quad (5)$$

Из полученного выражения следует, что каждое из применяемых средств необязательно должно быть неоптимальным по критерию стоимости. Вместе с тем, для решения задачи обеспечения ЭМС следует использовать все имеющиеся возможности по уменьшению неосновных излучений, причём наибольший вклад должны вносить меры, требующие меньших затрат.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алёшин Г.В., Хударковский К.И. О влиянии характеристик качества излучения и приёма сигналов радиоэлектронных средств на их электромагнитную совместимость // *Управление и связь. – X. : НАНУ, ПАНИ, ХВУ. – 1996. – С. 9 - 14.*
2. Алёшин Г.В., Хударковский К.И. Задача синтеза радиоэлектронного средства по критерию электромагнитной совместимости // *Сборник научн. тр. ХВУ. – X. : ХВУ. – 1997. – Вып. 17. – С. 34 - 39.*
3. Князев А.Д., Пчёлкин В.Ф. Проблемы обеспечения совместной работы радиоэлектронной аппаратуры. – М.: Сов. радио, – 1971. – 200 с.
4. Петровский В.И., Седельников Ю.Е. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств. – М.: Радио и связь, – 1986. – 216 с.

Поступила 4.07.2002

ПУСТОВАРОВ Владимир Евгеньевич, канд. техн. наук, профессор, профессор УИПА. В 1961 году окончил Харьковское ВАИВУ. Область научных интересов – радиоэлектроника и электроэнергетика. E-mail: vladimir@ic.kharkov.ua.

ХУДАРКОВСКИЙ Константин Игоревич, канд. техн. наук, доцент кафедры ХВУ. В 1989 году окончил Харьковское ВВКИУ. Область научных интересов – электромагнитная совместимость радиоэлектронной аппаратуры.

ПРИБЫЛЕВ Юрий Борисович, канд. техн. наук, доцент кафедры ХВУ. В 1992 году окончил Харьковское ВВКИУ. Область научных интересов – системы навигации летательных

аппаратов, дистанционное зондирование Земли.