

УДК 621.39

МЕТОД ДИНАМИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ОБСТАНОВКОЙ ПО ПРИНЦИПУ ПРИОРИТЕТНОСТИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ИННОВАЦИОННЫХ РЭС СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

Белоусов О.Б., д.т.н., профессор, E-mail: mail@vega.su
МГТУ МИРЭА, Концерн «Вега», Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрены основные положения и содержание метода динамического управления электромагнитной обстановкой для обеспечения проведения испытаний и эксплуатации РЭС сложных систем, реализуемого на основе принципа приоритетности и результатов оперативной оценки электромагнитной обстановки с помощью автоматизированных комплексов радиотехнического контроля.

Ключевые слова: сложные радиотехнические системы; показатели эффективности; электромагнитная обстановка; активные непреднамеренные помехи; автоматизированный комплекс; радиотехнический контроль.

METHOD OF DYNAMIC CONTROL OF ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENT ON THE PRINCIPLE OF PRIORITY FOR TESTING AND OPERATION OF INNOVATIVE RADIO-ELECTRONIC MEANS COMPLEX SYSTEMS

Beloysov O.B., D.ofSci., prof., E-mail: mail@vega.su
MSTU MIREA, Corporation "Vega", Moscow, Russia

Abstract. In this article are considered the basic principles and content of the method of dynamic control electromagnetic environment for testing and operation of radio-electronic means complex systems, implemented on the basis of priority and the results of the rapid assessment of the electromagnetic environment with automated radio control systems.

Keywords: complex radio system; efficiency index; electromagnetic environment; active inadvertent interferences; automated complex; radio engineering control.

В настоящее время обострилась проблема обеспечения электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств (РЭС), решать которую становится всё более сложно. С целью повышения надежности и эффективности функционирования существует необходимость разработки перспективного метода динамического управления электромагнитной обстановкой (ЭМО) для обеспечения испытаний и эксплуатации РЭС сложных систем (СС), состоящего в динамическом управлении характеристиками работы источников активных непреднамеренных помех (АНП) по принципу приоритетности на основе результатов оперативной оценки ЭМО с помощью автоматизированных комплексов радиотехнического контроля (АК РТК) [1,2]. Этот метод позволяет осуществить автоматизированную защиту РЭС СС от воздействия АНП.

Необходимость всестороннего анализа многих аспектов рассматриваемого ме-

тогда ставит задачу, связанную с установлением и исследованием зависимости эффективности РЭС СС от качества решения задач управления ЭМО с помощью АК РТК, определением места и роли этих комплексов в сложных системах, выбором решающей функции управления ЭМО, разработкой методического аппарата оценки эффективности АК РТК, обоснованием тактико-технических требований к ним и оценкой возможности их реализуемости в технических решениях.

Эффективность РЭС характеризуется большим набором показателей эффективности, отражающих различные его потребительские свойства:

$$W = \{ \omega_{\mu} \}, \mu = \overline{1, \mu_0}.$$

Независимо от стадии жизненного цикла создаваемого РЭС, важное место среди всей совокупности показателей W занимают функциональные и надежность показатели, которые в основном и определяют эффективность решения поставленных перед ним задач (Э).

Введем следующие обозначения:

$\mathcal{E}_0 = \{ W_0, W_{над0} \}$ – эффективность РЭС СС при отсутствии помех и без реализации АК РТК;

$\mathcal{E}_1 = \{ W_1, W_{над1} \}$ – эффективность РЭС СС при наличии помех и без внедрения АК РТК;

$\mathcal{E}_2 = \{ W_2, W_{над2} \}$ – эффективность РЭС СС при наличии помех и при реализации АК РТК,

где $W_0(W_{над0})$ – значение функциональных (надеждностных) показателей РЭС СС при отсутствии помехового воздействия и АК РТК;

$W_1(W_{над1})$ – значение функциональных (надеждностных) показателей РЭС СС при наличии помех (АНП) и при отсутствии АК РТК;

$W_2(W_{над2})$ – значение функциональных (надеждностных) показателей РЭС СС при наличии АНП и АК РТК.

Когда рассматриваемые активные помехи не приводят к изменениям надежность характеристик РЭС СС (отсутствуют разрушающие эффекты от АНП $W_{над1} = W_{над0} = const$, $W_{над2} = W_{над0} = const$), приведенные выше выражения упрощаются:

$$\mathcal{E}_1 = \{ W_1 \}, \mathcal{E}_2 = \{ W_2 \}.$$

Выходной эффект метода динамического управления ЭМО с целью автоматизированной защиты РЭС СС от АНП сводится к повышению эффективности \mathcal{E}_2 за счет

принятия решения R_y об устранении воздействия помех от источника АНП (ИНП) отечественной принадлежности путем управления его функционированием, если $\Pi_{ИП} < \Pi_{СС}$. При этом решение R_y имеет вид бинарно-квантованной функции:

$$R_y = \begin{cases} 1, \text{ если } \Pi_{ИП} < \Pi_{СС} \\ 0, \text{ если } \Pi_{ИП} \geq \Pi_{СС} \end{cases} \quad (1)$$

где $\Pi_{ИП}$ – вес приоритета функционирования источника помех;

$\Pi_{СС}$ – вес приоритета функционирования РЭС СС.

Поэтому математическая модель зависимости эффективности функционирования РЭС СС \mathcal{E}_2 от качества решения задач управления ЭМО с помощью АК РТК может быть определена как

$$\mathcal{E}_2 = \begin{cases} \mathcal{E}_0, \text{ если } R_y = 1 \\ \mathcal{E}_1, \text{ если } R_y = 0 \end{cases}$$

(Следует отметить, что $\mathcal{E}_1 \leq \mathcal{E}_0$).

Работа АК РТК для случая, когда $R_y = 0$ и обслуживаемое РЭС СС имеет возможность адаптации к помеховой обстановке, строится таким образом, чтобы величина эффективности \mathcal{E}_2 была по возможности оперативно доведена до значений \mathcal{E}_0 изменением характеристик самого РЭС СС. Такое изменение проводится по рекомендациям АК РТК, вырабатываемым с учетом результатов текущего контроля ЭМО.

Тогда $\mathcal{E}_2 = \mathcal{E}_0$, если $R_y = 1$ или если $R_y = 0$, но РЭС СС имеет возможность полной адаптации к помеховой обстановке (степень адаптации обозначается Γ , при этом Γ изменяется в пределах от 0 до 1), т.е. $\Gamma = 1$. Решение на устранение АНП R_y принимается по окончании процесса выявления ИНП, характеризуемого вероятностью выявления (P_δ) и включающего процедуры обнаружения АНП, определения координат их источников и распознавания ИНП, которые в большинстве случаев являются независимыми событиями.

Для такой ситуации имеем:

$$R_y = R_y(P_\delta), P_\delta = P_{обн} * P_{ок} * P_{расп},$$

где $P_{обн}$ – вероятность обнаружения помеховых излучений РЭС–ИНП;

$P_{ок}$ – вероятность определения координат и измерения параметров сигналов источников АНП с погрешностями не выше заданных;

$P_{расп}$ – вероятность распознавания обнаруженного источника АНП.

Величина вероятности выявления ИНП должна удовлетворять следующему условию

$$P_e \geq P_{e0}, \quad (2)$$

где P_{e0} – пороговое значение величины вероятности правильного выявления источника АНП, выбираемое из тактических соображений.

Невыполнение данного условия указывает, что решающая функция R_y не должна быть реализована ($R_y = 0$), чтобы не произошло неверного управления ЭМО.

В случае, если в процессе дальнейшего циклического уточнения величины показателя P_e условие (2) все-таки не выполняется, то решающая функция воздействия на РЭС–ИНП не реализуется ($R_y = 0$) и на РЭС СС выдаются рекомендации на изменение (адаптацию) его ТТХ, которое приводит к увеличению \mathcal{E}_2 в предельном случае до значения \mathcal{E}_0 (если $\Gamma = 1$).

Структурная схема метода динамического управления ЭМО с целью автоматизированной защиты РЭС СС от АНП представлена на рис. 1.

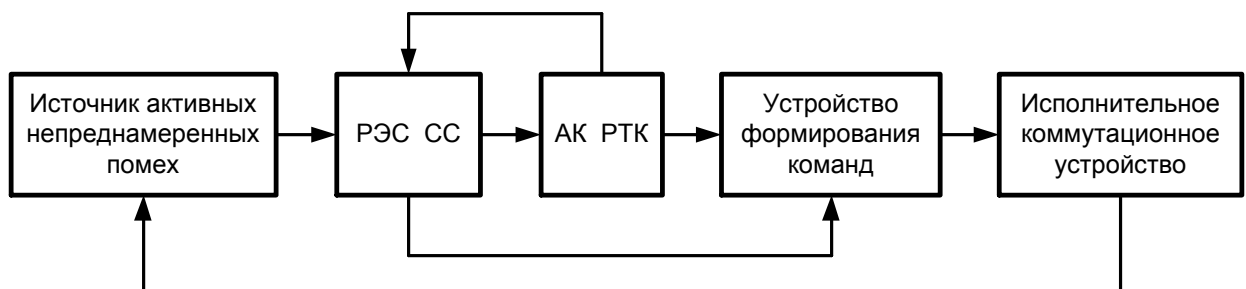


Рис. 1 Структурная схема метода динамического управления ЭМО с целью автоматизированной защиты РЭС СС от АНП

Таким образом, в статье разработаны основные положения и содержание метода динамического управления электромагнитной обстановкой для обеспечения испытаний и эксплуатации РЭС СС, состоящего в динамическом управлении характеристиками работы источников АНП по принципу приоритетности на основе результатов оперативной оценки ЭМО с помощью автоматизированных комплексов радиотехнического контроля. Этот метод позволяет осуществить автоматизированную защиту РЭС СС от воздействия АНП, максимизировать эффективность функционирования РЭС СС в условиях АНП от источников с низшим приоритетом и получить гарантированное обеспечение беспомеховых условий их работы.

Обоснована математическая модель зависимости эффективности функционирования РЭС СС от качества решения задач управления электромагнитной обстановкой с помощью автоматизированных комплексов радиотехнического контроля. Показано, что выходной эффект метода динамического управления ЭМО с целью автоматизирован-

ной защиты РЭС СС от АНП зависит от принятия решения, имеющего вид бинарно-квантованной функции, об устранении воздействия помех от источника АНП отечественной принадлежности путем управления его функционированием по принципу приоритетности. Предложена структурная схема метода динамического управления ЭМО с целью автоматизированной защиты РЭС СС от АНП.

Для получения оценок величин $\mathcal{E}(W_1)$ и R_y в дальнейшем необходимо:

- определить задачи и состав показателей эффективности средств реализации метода динамического управления электромагнитной обстановкой;
- разработать методику оценки показателей эффективности АК РТК;
- разработать методику обоснования требований к тактико-техническим характеристикам АК РТК;
- разработать методику оценки реализуемости тактико-технических требований к АК РТК.

Список литературы

1. Белоусов О.Б., Гольцов Ю.В., Новикова Е.О., Зайцев С.Е. Системный подход к обоснованию структуры автоматизированного комплекса радиотехнического контроля. 59 Научно-техническая конференция. Сборник трудов. Ч.6. Радиотехнические системы специального назначения. / МГТУ МИРЭА - М., 2010. с.5-9
2. Белоусов О.Б., Гольцов Ю.В., Новикова Е.О., Зайцев Е.М. Обоснование структуры автоматизированного комплекса радиотехнического контроля. 59 Научно-техническая конференция. Сборник трудов. Ч.6. Радиотехнические системы специального назначения. / МГТУ МИРЭА - М., 2010. с.9-15