

## **ЗОНИРОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВА ДЛЯ ВЫБОРА РАСПОЛОЖЕНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ**

А.С. Турковский, С.И. Симонов, С.А. Правосуд  
(представил д.т.н., проф. Е.И. Бобыр)

Предложено использование методов формализованного описания помеховой обстановки для проведения зонирования области пространства.

Исследования показывают, что при недостаточной помехоустойчивости радиоэлектронных средств (РЭС) единственным методом повышения эффективности функционирования РЭС в условиях помех есть рациональное их размещение в пределах заданной области пространства.

Выбор расположения РЭС для повышения эффективности функционирования должен быть основан на реализации принципов зонирования пространства и группирования [ 3 ].

При использовании принципа зонирования область пространства, ограниченная защитной оболочкой РЭС, разделяется на области равных требований к стойкости аппаратуры. В свою очередь, аппаратура РЭС подразделяется на типовые узлы, подсистемы, оценивается их стойкость и требуемый для размещения объём пространства.

В идеальном случае месторасположение аппаратуры обеспечивает выполнение требований по стойкости (области пространства, занимаемые аппаратурой, полностью принадлежат областям равных требований). На практике такая ситуация встречается редко. Обычно расположение аппаратуры относительно зон равных требований требует либо коррекции зон занимаемых аппаратурой, либо коррекции зон равных требований, либо коррекции уровня стойкости, либо группирования.

Применение данных методов возможно и при зонировании областей незамкнутого пространства. При этом повышение эффективности отдельных РЭС может быть достигнуто их перемещением в зоны с более низкими требованиями или коррекцией занимаемых ими зон (если это возможно конструктивно), а при использовании зонирования для

© А.С. Турковский, С.И. Симонов, С.А. Правосуд, 1998

выбора положения элементов систем РЭС повышение эффективности возможно любым указанным методом.

Решение задачи зонирования - идентификация участков пространства по уровню параметров помеховых факторов на основе данных прогноза помеховой обстановки. Для решения задачи требуется:

- определить помеховые факторы, функциональные зависимости их характеристик от расстояния до источника, а также границы областей помехового действия на РЭС;

- условно разделить требуемую область пространства на элементарные области определенным образом;

- определить условия формирования помех и спрогнозировать помеховые ситуации (положение источников, характеристики помех);

- на основе анализа помеховых ситуаций определить параметры помеховой обстановки в каждой из элементарных областей;

- задать уровни требований к стойкости и построить границы зон равных требований.

Поля, создаваемые источниками помех, носят стационарный и нестационарный характер. Если источник является стационарным с постоянными характеристиками излучения, то особых трудностей для расчета помеховой обстановки в заданной области пространства нет [1]. Излучения, создающие помеховую обстановку, могут не воздействуя на РЭС или воздействовать независимо друг от друга, или воздействовать совместно, причем с разной интенсивностью и случайными амплитудно - временными параметрами (амплитудой, длительностью импульса, длительностью переднего фронта и т.д.). Поэтому описание помеховой обстановки в заданном пространстве должно представлять собой набор вероятностных и детерминированных характеристик, учитывающих совместное воздействие помеховых факторов. Такое описание позволяет получить метод графоориентированного описания.

По этому методу система характеристик, описывающая помеховую обстановку в заданной точке пространства, представляется в виде графа частных систем характеристик

$$G = (A, E),$$

где **E** - матрица связности; **A** - множество систем характеристик.

При этом каждому помеховому фактору в зависимости от дальности помехового действия поставлен в соответствие определенный уровень графа. При заданном числе классов спектральных характеристик каждого фактора можно говорить о конечном числе сочетаний вариантов спектральных характеристик представителей классов. Каждому сочетанию соответствует вершина графа. На дугах графа задана функция,

выражающая среднюю частоту наблюдения воздействий групп факторов с заданным сочетанием вариантов спектральных характеристик. Каждой вершине графа соответствует частная система вероятностных характеристик и детерминированных значений, описывающая амплитудно - временные параметры помеховых факторов

$$A = \{T_n, t, L\}, \quad L_{ij} = \{S, q_{ij}, F, F_t, D, D_t\},$$

где  $L_{ij}$  - частная система вероятностных и детерминированных характеристик, соответствующая вершине  $j$  уровня  $i$ ;  $T_n$  - момент времени начала наблюдений;  $t$  - величина интервала наблюдений;  $S$  - множество описаний вариантов спектральных характеристик;  $q_{ij}$  - средняя частота наблюдения совместного воздействия факторов;  $F$  - множество характеристик, описывающих законы распределения параметров нестационарных полей;  $F_t$  - множество характеристик, описывающих поток воздействий нестационарных полей;  $D$  - множество характеристик, описывающих параметры стационарных полей;  $D_t$  - множество характеристик, описывающих поток воздействий стационарных полей.

В примере (рис.1) графоориентированная система описывает поме-

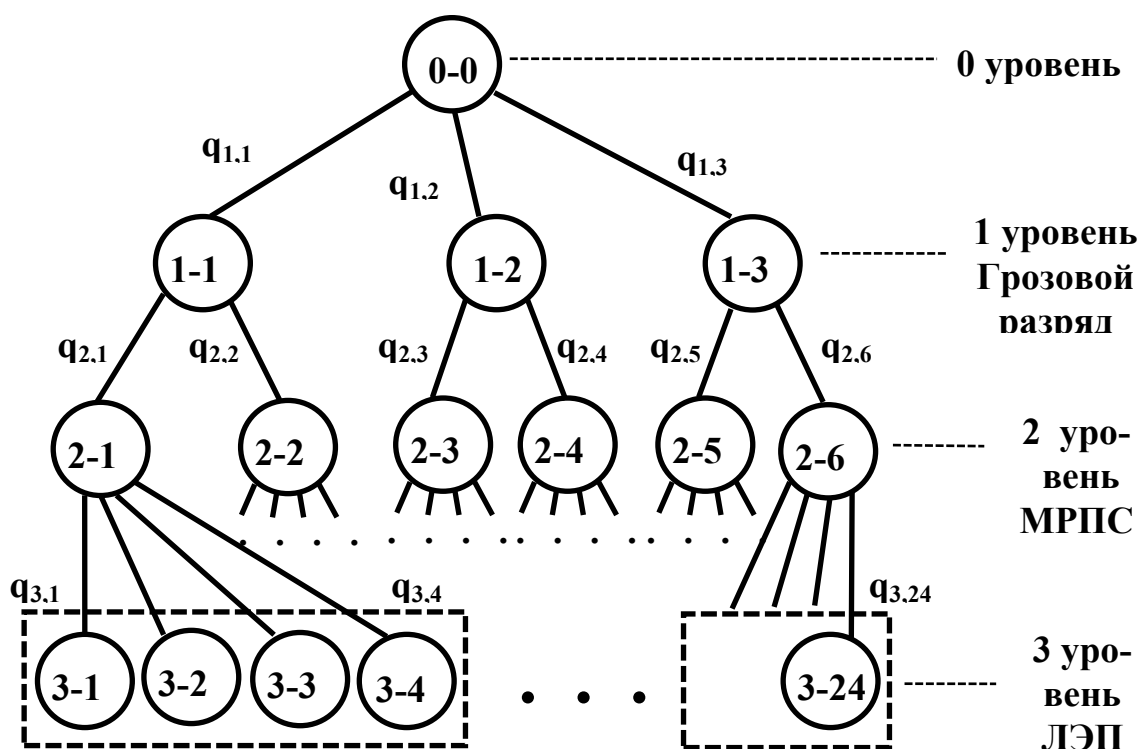


Рисунок 1 - Пример графа помеховой обстановки

вую обстановку в любой из точек пространства относительно трех источников помех. Граф состоит из четырех уровней: нулевой уровень (корень); уровень, описывающий влияние на функционирование РЭС грозового разряда (уровень 1); уровень, учитывающий влияние излучений мощных радиопередающих станций (МРПС) (уровень 2); уровень, характеризующий влияние линий электропередач (уровень 3).

Каждой вершине можно поставить в соответствие ряд детерминированных значений, соответствующих значениям амплитудно - временных параметров стационарных полей (например, значениям параметров электромагнитного поля (ЭМП) рабочего режима линий электропередач ЛЭП), и совокупность вероятностных характеристик, описывающих распределение амплитуд нестационарных полей. Данная система описывает помеховую обстановку в одной точке пространства. Поэтому решение задачи описания помеховой обстановки в требуемой области пространства сводится к условному разделению области на элементарные помеховые области в соответствии с выбранным правилом разбиения и системой координат (например, разделению области на равные параллелепипеды в прямоугольной системе координат). При определенных размерах этих областей значения параметров помеховых факторов внутри областей можно считать с определенной степенью приближения равными. Поэтому оценка помеховой обстановки в пределах данной элементарной области сводится к оценке ее в точке ( $\mathbf{T}_z$ ), находящейся внутри этой элементарной области пространства. Сокращение объема информации о помеховой обстановке в заданной области пространства возможно путем объединения граничащих друг с другом элементарных помеховых областей в простые и сложные интеграции по каждому из параметров помеховых факторов (рис.2). Отсюда формализованное описание помеховой обстановки скалярными полями параметров помеховых факторов можно представить в следующем виде (для случая одинаково ориентированных, граничащих прямоугольных областей):

$$\mathbf{W} = \bigcup_{l=0}^L \mathbf{W}'_l = \bigcup_{l=0}^L \bigcap_{k=1}^K \bigcup_{r=1}^{R_k} \{ \mathbf{T}_z | \mathbf{H}_z = \mathbf{h}(l + 0.5) \cap \mathbf{F}_k(\mathbf{T}_z) \in \mathbf{G}_{kr} \},$$

$$\mathbf{T}_z \in \{ \mathbf{T}_i \}, i = 1 \dots M_r, r = 1 \dots R_k,$$

где  $\mathbf{H}_z$  - высота точки  $\mathbf{z}$ ;

$\mathbf{h}$  - размер элементарной помеховой области по высоте;

$\mathbf{F}_k(\mathbf{T}_z)$  - значение  $\mathbf{k}$  - го параметра в точке  $\mathbf{z}$ ;



$G_{kr}$  - область значений  $k$  - го параметра, соответствующая  $r$  - й сложной интеграции;

$L$  - число сечений помеховой области по высоте;

$K$  - число параметров полей факторов;

$R_k$  - число сложных интеграций по  $k$  - му параметру.

Применение изложенных методов описания помеховой обстановки в заданной области пространства наиболее полно соответствует изложенным принципам зонирования, но требует хранения и переработки больших объемов информации. В этом случае наиболее эффективное хранение и использование информации может быть достигнуто путем интеграции систем управления базами данных (СУБД), баз данных (БД) и программных приложений для отображения помеховой обстановки в картографическом виде (результаты зонирования) в информационно - справочные системы.

Предложенные методы описания помеховой среды легко интерпретировать на среду с взаимодействующими полями отличной от электромагнитной природы и они могут быть основой для создания соответствующих ИСС. Однако эффективность применения ИСС зависит от степени информационной избыточности ее БД. В свою очередь уменьшение информационной избыточности БД возможно только при обоснованном введении мер эквивалентности значений вероятностных и детерминированных характеристик и правил выбора их представительных значений для формируемых итераций. Пути решения этих задач зависят от сущности используемых характеристик и основаны на положениях и методах математической статистики.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кравченко В.И., Болотов Е.А., Летунова Н.И. Радиоэлектронные средства и мощные электромагнитные помехи. - М.: Радио и связь, 1987. - 255 с.

2. Мырова Л.О., Чепиженко А.З. Обеспечение стойкости аппаратуры связи к ионизирующим и электромагнитным излучениям. - М.: Радио и связь, 1988. - 295 с.

3. Рикетс Л.У., Бриджес Дж. Э., Майлетта Дж. Электромагнитный импульс и методы защиты. - М.: Атомиздат, 1979. - 327 с.