

О РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ ПРИСВОЕНИЯ ЧАСТОТ РАДИОЛИНИЯМ

А.А. КАРПУК

*ОАО «АГАТ – системы управления», управляющая компания холдинга
«Геоинформационные системы управления»
пр. Независимости, 117, г. Минск, 220114, Республика Беларусь
A_Karpuk@yahoo.com*

Рассматриваются приемы уменьшения времени решения задачи оптимизации присвоения частот радиолиниям по критерию минимизации уровня помех между радиосредствами. Приемы основаны на предварительном определении критичных пар и троек радиосредств, а также предварительном построении функций, описывающих зависимости уровней прогнозируемых помех различных типов от величины ослабления сигнала между радиосредствами.

Ключевые слова: присвоение частот радиолиниям, электромагнитная совместимость.

В работе [1] построена математическая модель задачи оптимизации присвоения рабочих частот радиолиниям (РЛ) по критерию минимизации уровня помех между радиосредствами (РС). В работе [2] показана NP – трудность этой задачи и разработаны приближенные алгоритмы ее решения: жадный алгоритм и алгоритмы локального поиска в заданной окрестности. В математической модели и алгоритмах используются два массива оценок:

четырёхмерный массив $C^{(2)} = (c_{i_1 j_1 i_2 j_2}^{(2)})$, $i_1 = \overline{1, n}$, $j_1 = \overline{1, m}$, $i_2 = \overline{1, n}$, $j_2 = \overline{1, m}$, элемент которого $c_{i_1 j_1 i_2 j_2}^{(2)} \geq 0$ равен штрафу за наличие и величину уровней электромагнитных помех, создаваемых друг другу РС простых РЛ RL_{i_1} и RL_{i_2} при условии, что РЛ RL_{i_1} присвоена частота f_{j_1} , а РЛ RL_{i_2} – частота f_{j_2} ;

шестимерный массив $C^{(3)} = (c_{i_1 j_1 i_2 j_2 i_3 j_3}^{(3)})$, $i_1 = \overline{1, n}$, $j_1 = \overline{1, m}$, $i_2 = \overline{1, n}$, $j_2 = \overline{1, m}$, $i_3 = \overline{1, n}$, $j_3 = \overline{1, m}$, элемент которого $c_{i_1 j_1 i_2 j_2 i_3 j_3}^{(3)} \geq 0$ равен штрафу за наличие и величину уровней интермодуляционных электромагнитных помех, создаваемых друг другу РС простых РЛ RL_{i_1} , RL_{i_2} и RL_{i_3} при условии, что РЛ RL_{i_1} присвоена частота f_{j_1} , РЛ RL_{i_2} – частота f_{j_2} , а РЛ RL_{i_3} – частота f_{j_3} .

В информационно-аналитических системах для оценки качества и оптимизации сетей радиосвязи количество анализируемых РЛ n может достигать 10000, количество частот для присвоения m имеет порядок 100000, а общее количество РС может достигать 50000. В этих условиях непосредственное вычисление оценок $c_{i_1 j_1 i_2 j_2}^{(2)}$ и $c_{i_1 j_1 i_2 j_2 i_3 j_3}^{(3)}$ для всех пар и троек РС, принадлежащих разным РЛ, приводит к значительному увеличению времени решения задачи при увеличении n и m . В докладе рассмотрены приемы, позволяющих получить решение задачи за допустимое время для больших n и m .

Первый прием состоит в предварительном определении критичных пар РС для каждой пары РЛ. Пара РС «передатчик РЛ1 – приемник РЛ2» считается критичной по условиям электромагнитной совместимости (УЭМС) типов 1, 6, 7, 9 из [1], если в этих РЛ нет другой пары «передатчик РЛ1 – приемник РЛ2» таких же типов с большим зна-

чением величины $P_{12}^{1,6,7,9} = P_1 - L_{12} - E_2 - \Delta P_2 + Z_2$, где $P_{12}^{1,6,7,9}$ – максимальная величина уровня помехи, создаваемой передатчиком РЛ1, работающим на минимальной рабочей частоте, приемнику РЛ2 в дБ; P_1 – мощность передатчика РЛ1 в дБВт; L_{12} – величина ослабления мощности радиосигнала на трассе от передатчика РЛ1 к приемнику РЛ2 в дБ; E_2 – чувствительность приемника РЛ2 в дБВт; ΔP_2 – минимальное превышение уровня полезного сигнала от передатчиков собственной РЛ в приемнике РЛ2 над чувствительностью приемника в дБВт; Z_2 – защитное отношение приемника РЛ2 в дБ. Пара РС «передатчик РЛ1 – приемник РЛ2» считается критичной по УЭМС типов 2-5, 10, если в этих РЛ нет другой пары «передатчик РЛ1 – приемник РЛ2» таких же типов с большим значением величины $P_{12}^{2-5,10} = P_1 - L_{12} - E_2 + Z_2$, где величины $P_{12}^{2-5,10}$, P_1 , L_{12} , E_2 , Z_2 имеют тот же смысл, что и в формуле для вычисления $P_{12}^{1,6,7,9}$. Аналогичным образом определяется критичная пара РС «приемник РЛ1 – приемник РЛ2» по УЭМС типа 8. Если для критичной пары РС «передатчик РЛ1 – приемник РЛ2» для помех типов 1, 6, 7, 9 выполняется условие $P_{12}^{1,6,7,9} \leq 0$, то передатчики РЛ1 рассматриваемого типа не могут быть источником помех типов 1, 6, 7, 9 для приемников РЛ2 рассматриваемого типа. Если для критичной пары РС «передатчик РЛ1 – приемник РЛ2» для помех типов 2-5, 10 выполняется условие $P_{12}^{2-5,10} - \min\{A_2, A_3, A_4, A_5, A_{10}\} \leq 0$, то передатчики РЛ1 рассматриваемого типа не могут быть источником помех типов 2-5, 10 для приемников РЛ2 рассматриваемого типа. Через $A_2, A_3, A_4, A_5, A_{10}$ здесь обозначено ослабление чувствительности рассматриваемого приемника РЛ1 по каналу промежуточной частоты, по зеркальному каналу, по каналу гетеродина, по зеркальному каналу гетеродина и по комбинационным каналам приема соответственно. Если для критичной пары РС «приемник РЛ1 – приемник РЛ2» для помех типа 8 выполняется условие $P_{12}^8 \leq 0$, то приемники РЛ1 рассматриваемого типа не могут быть источниками помех типа 8 для приемников РЛ2 рассматриваемого типа.

Второй прием состоит в определении для каждой тройки РЛ1, РЛ2 и РЛ3 критичных троек РС «передатчик РЛ1 – передатчик РЛ2 – приемник РЛ3», «передатчик РЛ1 – передатчик РЛ3 – приемник РЛ2», «передатчик РЛ2 – передатчик РЛ3 – приемник РЛ1», для которых ослабление интермодуляционной помехи приемнику от двух одновременно работающих передатчиков является минимальным. При решении задачи оценки $c_{i_1 j_1 i_2 j_2 i_3 j_3}^{(3)}$ вычисляются только для критичных троек РС.

Третий прием заключается в предварительном построении функций, описывающих зависимости уровней прогнозируемых помех различных типов от величины ослабления сигнала между РС для всех типов РС, используемых в РЛ. Методы построения этих функций описаны в монографии [3], а их использование для уменьшения времени решения задачи оптимизации присвоения частот РЛ детально описано в работе [4].

Список литературы

1. Карпук А.А. // Информатика. 2006. № 4 (12). С. 5–13.
2. Карпук А.А. // Информатика. 2008. № 2 (18). С. 5–13.
3. Азаматов Н.И., Волошин В.И. Системы управления и связи: обеспечение электромагнитной совместимости. Минск: «Лоранж-2», 2008.
4. Карпук А.А. // Матер. III междунар. научн.-практ. конф. «Современные информационные компьютерные технологии mcIT-2013». / УО «Гр. ун-т им. Я. Купалы». Гродно, 2013. 792 с. Деп. в ГУ «БелИСА» 19.09.2013 г., № Д201315.