

## ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ РАДИОЧАСТОТНОГО МОНИТОРИНГА ПО КОНТРОЛЮ ИЗЛУЧЕНИЙ РЭС И ЗАГРУЗКЕ ПОЛОС ЧАСТОТ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

Ковшар В.А.<sup>1</sup>, Задонский А.И.<sup>1</sup>, Галкин С.А.<sup>1</sup>, Сидак А.С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Харьковский национальный университет радиоэлектроники  
61166, Харьков, пр. Ленина, ПНДЛ РМОТИ, тел/факс. (057) 702-10-68,

E-mail: [3rmorti7@gmail.com](mailto:3rmorti7@gmail.com)

<sup>2</sup>Украинский государственный центр радиочастот

03179, Киев, пр. Победы, 15 км, сектора сопровождения радиочастотного мониторинга, тел: (044) 422-81-49, E-mail: [sidak@ucrf.gov.ua](mailto:sidak@ucrf.gov.ua), Факс: (044) 422-81-81

On the basis of the space-frequency-time approach, a regional evaluation of the performance of subsystems of the radio frequency monitoring.

We present elaborate system of quantitative indicators of the efficiency of regional subsystems of the radio frequency monitoring and its tools: fixed, mobile and portable radio stations of technical radio. Identified the procedure for calculating of them.

**Введение.** В связи с быстрым ростом количества РЭС за последние годы роль национальных систем радиочастотного мониторинга (СРЧМ) в обеспечении контроля использования выделенного радиочастотного ресурса (РЧР) значительно возросла. Эффективная работа таких систем является основополагающим фактором для их дальнейшего развития и выполнения основных задач. В докладе на основе пространственно-частотно-временного подхода решается задача оценивания эффективности функционирования СРЧМ по контролю излучений РЭС и загрузке полос частот [1, 2]. Для решения этой задачи разработана система количественных показателей эффективности функционирования СРЧМ в целом, ее региональных подсистем (РП РЧМ) и средств: стационарных, мобильных станций радиоконтроля и портативных средств технического радиоконтроля (ТРК), а также определен порядок расчета этих показателей при выполнении СРЧМ задач контроля излучений РЭС и загрузки полос частот.

**Основная часть.** Показатель эффективности функционирования СРЧМ по определению соответствия параметров излучения РЭС представлен как простейшая мера загрузки территории РЧМ зарегистрированными РЭС и определяется соотношением

$$W^{S\partial\partial} = N^{\partial\partial}/S,$$

где  $N^{\partial\partial}$  – количество зарегистрированных РЭС, а соответствующая мера контроля РЭС по территории

$$W^{S\partial\partial} = N^{\partial\partial}/S,$$

$N^{\partial\partial}$  количество проконтролированных РЭС.

Следовательно числовой показатель эффективности контроля СРЧМ законно действующих РЭС по территории будет определяться их отношением

$$W_1 = \frac{W^{S\partial\partial}}{W^{S\partial\partial}} = \frac{N^{\partial\partial}}{S} : \frac{N^{\partial\partial}}{S} = \frac{N^{\partial\partial}}{N^{\partial\partial}}.$$

Более обобщенным числовым показателем эффективности по контролю СРЧМ законно действующих РЭС в присвоенном РЧР является показатель, определенный на основе пространственно-частотно-временного подхода

$$W_1^V = \frac{N^{\partial\partial} \cdot F^{\partial\partial} \cdot T^{\partial\partial}}{N^{\partial\partial} \cdot F \cdot T}. \quad (1)$$

В выделенном общим пользователям частотном диапазоне  $F$  каждому из РЭС, вводимых в эксплуатацию присваивается определенная полоса частот  $\Delta f_a$ ,  $a = 1 \dots A$ . Общий суммарный диапазон частот, присвоенный всем РЭС на выбранной территории определяется следующим выражением

$$\Delta F^{\partial\partial} = \sum_{a=1}^A \Delta f_a.$$

Простейшая мера загрузки выделенного частотного диапазона полосами частот эксплуатируемых РЭС определяется соотношением

$$W^3 = \frac{\Delta F^3}{F}.$$

За директивное время  $T$  средствами ТРК филиала осуществляется периодический контроль занятости присвоенных полос частот,  $\Delta f_b, b = 1 \dots B$ . Общий суммарный проконтролированный диапазон, присвоенный всем РЭС на выбранной территории имеет следующий вид

$$\Delta F^{3\kappa} = \sum_{b=1}^B \Delta f_b.$$

Соответствующая мера контроля занятости этих полос частот в выделенном диапазоне представлена следующим соотношением

$$W^{3\kappa} = \frac{\Delta F^{3\kappa}}{F}.$$

Тогда числовой показатель эффективности определения занятости полос частот законно действующими РЭС общих пользователей будет определяться отношением меры контроля занятости спектра к степени его загрузки

$$W_2 = \frac{W^{3\kappa}}{W^3} = \frac{\Delta F^{3\kappa}}{F} : \frac{\Delta F^3}{F} = \frac{\Delta F^{3\kappa}}{F^3} = \frac{\sum_{b=1}^B \Delta f_b}{\sum_{a=1}^A \Delta f_a}.$$

Более общим числовым показателем эффективности определения занятости полос частот в присвоенном общим пользователям РЧР аналогично (1) является

$$W_2^V = \frac{S^\kappa \cdot \Delta F^{3\kappa} \cdot T^\kappa}{S \cdot \Delta F^3 \cdot T}.$$

Задачи по оцениванию эффективности функционирования СРЧМ по контролю излучений РЭС и загрузке полос частот реально выполняются РП РЧМ. Поэтому необходимо ввести показатели эффективности решения этих задач в каждом  $l$ -ом регионе, задаваемым пространством  $S_l$ , частотным диапазоном  $F_l$  и временем  $T_l$ .

Числовой показатель эффективности контроля СРЧМ законно действующих РЭС на территории  $l$ -ого региона будет определяться отношением

$$W_{1l} = \frac{N_l^\kappa}{N_l^{3\partial}}$$

где  $N_l^{3\partial}$  - количество законно действующих РЭС в  $l$ -ом регионе;  $N_l^\kappa$  - количество проконтролированных РЭС в этом регионе.

Обобщенным числовым показателем эффективности контроля СРЧМ законно действующих РЭС в  $l$ -м региона является показатель, полученный аналогично (1) и имеет следующий вид

$$W_{1l}^V = \frac{N_l^\kappa \cdot F_l^\kappa \cdot T_l^\kappa}{N_l^{3\partial} \cdot F_l \cdot T_l}.$$

Результаты расчета показателей эффективности функционирования СРЧМ УГЦР на примере Харьковской РП РЧМ по контролю излучений РЭС в 2009-2010 г.г. и прогноз на 2011 г. в пространственно-частотно-временной области представлен на рис.1.

На уровне РП РЧМ так же как и на уровне всей системы в выделенном общим пользователям  $l$ -ого региона частотном диапазоне  $F_l$  каждому РЭС, вводимых в эксплуатацию присваивается определенная полоса частот  $\Delta f_a, a = 1 \dots A$ .



Рис. 1. Результаты расчета показателей эффективности функционирования РП РЧМ по контролю излучений РЭС ежеквартально за 2009-2010г.г. с прогнозом на 2011 г.; а - эффективность охвата по территории; б – эффективность контроля по частоте; в – эффективность контроля во временной области.

Общий суммарный диапазон частот, присвоенный всем РЭС в  $l$ -ом регионе, равен

$$\Delta F_l^3 = \sum_{a=1}^A \Delta f_a .$$

За директивное время  $T_l$  средствами ТРК филиала осуществляется периодический контроль занятости присвоенных полос частот  $\Delta f_b$ ,  $b = 1 \dots B$ . Общий суммарный проконтролируемый диапазон, присвоенный всем РЭС в  $l$ -ом регионе представлен следующим соотношением

$$\Delta F_l^{3K} = \sum_{b=1}^B \Delta f_b .$$

Тогда числовой показатель эффективности определения занятости полос частот законно действующими РЭС общего пользования в  $l$ -ом регионе будет определяться отношением

$$W_{2l} = \frac{\Delta F_l^{3K}}{F_l^3} = \frac{\sum_{b=1}^B \Delta f_b}{\sum_{a=1}^A \Delta f_a} .$$

Более общим числовым показателем эффективности определения занятости полос частот в присвоенном общим пользователям  $l$ -го региона РЧР аналогично (1) является

$$W_{2l}^V = \frac{S_l^K \cdot \Delta F_l^{3K} \cdot T_l^K}{S_l \cdot \Delta F_l^3 \cdot T_l} .$$

Результаты расчета показателей эффективности функционирования СРЧМ УГЦР на примере Харьковской РП РЧМ по загрузке полос частот в 2009-2010г.г. и прогноз на 2011г. в пространственно-частотно-временной области представлен на рис.2. На рис.1 и рис.2 представлены результаты оценки эффективности РП РЧМ в целом, ее стационарной и мобильно составляющих.

Подробный анализ полученных результатов и обобщенные данные для всей СРЧМ в целом будут представлены в докладе.

Вышеперечисленные задачи СРЧМ в каждом  $l$ -ом регионе реально выполняются  $M$  средствами ТРК. Поэтому необходимо ввести показатели эффективности средств ТРК, которые выполняют свои функции в пространстве  $S_{lm}$ , частотном диапазоне  $F_{lm}$  и за время  $T_{lm}$ .

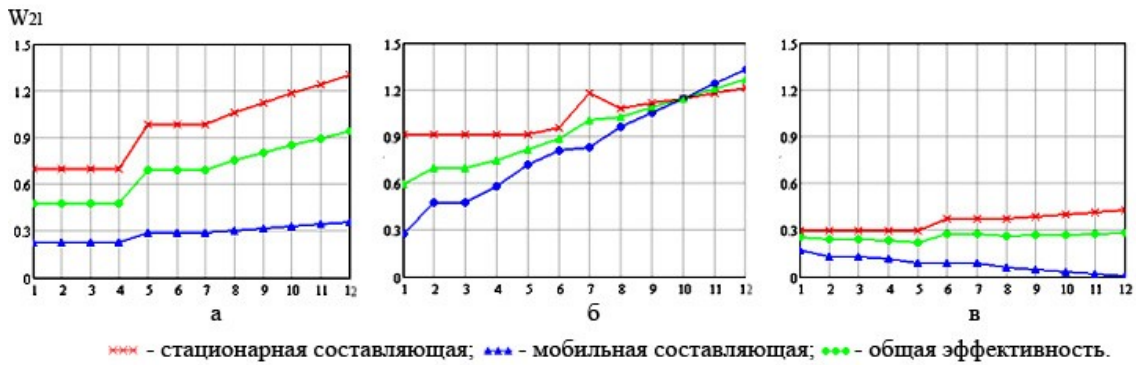


Рис. 2. Результаты расчета показателей эффективности функционирования РП РЧМ по контролю загрузки полос частот ежеквартально за 2009-2010 с прогнозом на 2011 год; а - эффективность охвата по территории; б – эффективность контроля по частоте; в – эффективность контроля во временной области.

Обобщенным числовым показателем эффективности контроля законно действующих РЭС  $m$  - им средством ТРК  $k$  – типа в  $l$  - м регионе является показатель аналогично (1)

$$W_{lkm}^V = \frac{N_{lkm}^{\kappa} \cdot \varphi F_{lkm}^{\kappa} \cdot \varphi T_{lkm}^{\kappa}}{N_{lkm}^{\text{зд}} \cdot \varphi F_{lkm} \cdot \varphi T_{lkm}}$$

Так же как и на уровне всей СРЧМ (РП РЧМ ) на уровне средств ТРК каждому РЭС, вводимых в эксплуатацию присваивается определенная полоса частот  $\Delta f_a$ ,  $a = 1 \dots A$ . За директивное время  $T_l m$  - им средством ТРК осуществляется периодический контроль занятости присвоенных полос частот  $\Delta f_b$ ,  $b = 1 \dots B$ . Обобщенным числовым показателем эффективности определения занятости полос частот в присвоенном РЧР общим пользователям  $l$  - го региона  $m$  - им средством ТРК  $k$  - типа аналогично (1) примет вид

$$W_{2lkm}^V = \frac{S_{lkm}^{\kappa} \cdot \Delta F_{lkm}^{\text{зк}} \cdot T_{lkm}^{\kappa}}{S_l \cdot \Delta F_l^{\text{з}} \cdot T_l}$$

При расчете было проведено усреднение числовых показателей эффективности чтобы учесть комплексный характер исследований и рассчитаны показатели эффективности функционирования СРЧМ и ее составляющих по контролю свободных полос радиочастот.

**Выводы.** Разработанная система количественных показателей необходима для оценки эффективности функционирования СРЧМ и прогнозирования ее дальнейшего развития, повышения эффективности достижения главной цели системы РЧМ по оценке реального состояния использования радиочастотного ресурса, оценки показателей эффективности функционирования существующей системы РЧМ и разработке рекомендаций для ее дальнейшего развития.

### Литература.

1. Слободянюк П. В., Благодарный В. Г. Радиомониторинг: вчера, сегодня, завтра. (Теория и практика построения системы радиомониторинга) / Под общ. ред. П. В. Слободянюка. – Прилуки: «Издательство «Аір – Поліграф», 2010. – 296 с.: ил.
2. Калужный Н.М., Николаев И.М., Ковшарь В.А. Методологический подход к оценке эффективности функционирования систем радиочастотного мониторинга. Международный семинар МСЭ «Радиомониторинг и повышение эффективности использования спектра» // Киев, Украина 07 - 09 сентября 2010 г.