

Гришко А.К. Динамическое управление структурой распределенной сети гетерогенных радиотехнических систем. // Проблемы информатики в образовании, управлении, экономике и технике: Сб. статей XV Междунар. научно-техн. конф. – Пенза: ПДЗ, 2015. – С. 220-225.

УДК 519.71

ДИНАМИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ СТРУКТУРОЙ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СЕТИ ГЕТЕРОГЕННЫХ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

А.К. Гришко

DYNAMIC CONTROL STRUCTURE HETEROGENEOUS DISTRIBUTED NETWORK OF RADIO SYSTEMS

A.K. Grishko

Аннотация. Рассматривается процесс обоснования структуры и состава территориально распределенной системы разнородных радиоэлектронных средств. Предлагаемый подход может быть реализован в системах поддержки принятия решений для организации радиотехнического мониторинга контролируемой территории.

Ключевые слова: управление, структура сети, радиотехническая система.

Abstract. The article discusses the process of study of the structure and composition of geographically distributed heterogeneous system of radio-electronic means. The proposed approach can be implemented in decision support systems for the organization of the radio engineering monitoring controlled territory.

Keywords: control, structure of network radio system.

Оптимальное пространственное размещение и обоснование рационального состава распределенных систем, состоящих из отдельных радиоэлектронных средств и функционирующих в интересах единой функциональной задачи на определенной территории, является важной и актуальной задачей.

Наиболее часто встречаются следующие задачи оптимизации и рационального выбора [1–4]:

- размещение на местности для заданной структуры $s \in S$ (из числа допустимого множества структур S) и состава N_s , где задача оптимизации заключается в обосновании топологии $\Psi\Psi = \text{opt}$;

- обоснование структуры s , состава N_s и пространственной топологии $\Psi\Psi$ при максимизации эффекта применения $\mathcal{E}_\Sigma \rightarrow \max$ и суммарных затрат в пределах выделенного ресурса $C_\Sigma \leq C_{\text{доп}}$ задача оптимизации состоит в обосновании $s = \text{opt}$ и $\Psi\Psi = \text{opt}$;

- обоснование требуемых затрат $C_{\text{треб}}$ для обеспечения заданной вероятности обнаружения $P_{\text{обн}}$ задача оптимизации примет вид: $C_\Sigma = C_{\text{треб}}, s = \text{opt}, N_s = \text{opt}, \Psi\Psi = \text{opt}$;

- обоснование оптимальной структуры s , состава N_s пространственной топологии $\Psi\Psi$ и суммарных затрат C_Σ , задача оптимизации примет вид: $C_\Sigma = \text{opt}, s = \text{opt}, N_s = \text{opt}, \Psi\Psi = \text{opt}$.

Для решения поставленных выше задач были разработаны критерии выбора структур s , состава N_s и пространственной топологии $\Psi\Psi$, позволяющие решить частные задачи обоснования $s, N_s, \Psi\Psi$ и суммарных затрат C_Σ [5, 6].

Критерий решения первой частной задачи синтеза при ограничениях $s \in S, s = \text{const}, \mathcal{E}_\Sigma \in [0; 1,0]; N_s = \text{const}; N = \sum_s N_s = \text{const}$ состоит в одновременном обеспечении эффективности $\mathcal{E}_\Sigma \rightarrow \mathcal{E}_{\max}$ и дальности действия $D_{\text{обн}} \rightarrow D_{\max}$.

В соответствии с первым критерием частная задача размещения на местности системы распределенных радиоэлектронных средств заданной структуры и состава осуществляется путем двухэтапной оптимизации [5] при условии неизменности общего числа размещаемых элементов внутри классов $N_s: N = \text{const} \wedge \wedge N_s = \text{const} \wedge \wedge s = \text{const}$.

На первом этапе размещаются элементы для которых при размещении в условиях $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_j\}$ одновременно с $P_{\text{обн}}(Y)$ изменяется $D_{\text{обн}}(Y)$. Выполняется оптимизация топологии и фиксация мест размещения при $\mathcal{E}_\Sigma(Y) \rightarrow \max \wedge \wedge D_{\text{обн}}(Y) \wedge \wedge N_s = \text{const}$.

Критерий решения второй частной задачи синтеза [5, 6] при ограничениях $; N \neq \text{const}; \mathcal{E}_{\text{треб}} \in [0; 1,0]; C_\Sigma \leq C_{\text{доп}}$ заключается в одновременном обеспечении $\mathcal{E}_\Sigma \rightarrow \mathcal{E}_{\max}, D_{\text{обн}} \rightarrow D_{\max}, N_s = N_{s_{\min}}, s \in S$.

В соответствии со вторым критерием решается частная задача обоснования структуры, состава, топологии системы распределенных радиоэлектронных средств [5–7] при максимизации \mathcal{E}_Σ и ограничении ресурса C_Σ .

Начальный набор включает N элементов из N_s подклассов. В s -м подклассе оценивается степень реализации ТТХ по дальности $N_s = L/L_n$, оценивается C_Σ и C_{Σ_n} . Если $C_\Sigma \leq C_{\text{огр}}$, то любые решения приемлемы и они сводятся к $\Psi\Psi = \text{opt} \wedge \wedge N \rightarrow N_{\min} \wedge \mathcal{E}_{\text{треб}} \rightarrow \mathcal{E}_{\max}$.

Для минимизации N_s и $\Psi\Psi_n \rightarrow \text{opt}$ внутри каждого s -го подкласса исключаются s -е подклассы с худшими $\mathcal{E}_{\Sigma_s}(t)$ до $N_{s_{\text{треб}}}$. Затем для $N_s = N_{\text{треб}}$ классов элементов с $N = L/L_n$ решается $\Psi\Psi = \text{opt}$ путем последовательного исключения элементов с худшими показателями \mathcal{E}_n до выполнения $C_\Sigma \leq C_{\text{огр}} \wedge \wedge \mathcal{E}_{\text{треб}} \rightarrow \mathcal{E}_{\max}$. Для уточнения $\Psi\Psi$ решается первая задача.

Критерий решения третьей частной задачи синтеза при ограничениях $N_s \rightarrow \min; \mathcal{E}_{\text{треб}} \in [0; 1,0]$ состоит в обеспечении $\mathcal{E}_\Sigma = \mathcal{E}_{\text{треб}}, D_{\text{обн}} \rightarrow D_{\max}, s \in S$.

В соответствии с третьим критерием частная задача обоснования требуемого ресурса C_Σ для обеспечения $P_{\text{обн}}$ задается в виде $\mathcal{E}_{\text{треб}} = f(P_{\text{обн}})$. Аналогично второй задаче [5, 8] включается N элементов из N_s классов с $N = L/L_n, n = \overline{1, N_s}$. Внутри s -х подклассов решается $\Psi\Psi_s = \text{opt}$ и $N_s = N_{s_{\text{треб}}}$ по показателю $\mathcal{E}_{\Sigma_s}(t)$. Для полученного комплекса в s подклассах решается первая задача и проверяется условие $\mathcal{E}_\Sigma(t) > \mathcal{E}_{\text{треб}}$. При увеличении производится исключение элемента из N без восполнения, в противном случае N увеличивается. В момент выполнения условия $\mathcal{E}_\Sigma(t) = \mathcal{E}_{\text{треб}}$ оценивается C_Σ . Для уточнения, $\Psi\Psi$ решается первая задача.

Критерий решения четвертой частной задачи синтеза при ограничениях $N_s \rightarrow \min; \mathcal{E}_\Sigma \in [0; 1,0]$ состоит в обеспечении $\mathcal{E}_\Sigma \rightarrow \mathcal{E}_{\max}, C_\Sigma \rightarrow C_{\text{доп}}, D_{\text{обн}} \rightarrow D_{\max}, s \in S$.

В соответствии с четвертым критерием частная задача обоснования оптимального состава, структуры и топологии распределенной системы разнотипных радиоэлектронных средств, т.е. наилучшего сочетания $P_{\text{обн}}$ и C_Σ , решается

путем начального набора средств аналогично второй и третьей задачам [8–10], затем обеспечивается $\Psi\Psi = \text{opt}$. Далее последовательно уменьшается N до $N = 0$ с фиксацией $\mathcal{E}_\Sigma = f(P_{\text{обн}})$ и C_Σ , отыскивается $\mathcal{E}_\Sigma/C_\Sigma \rightarrow \text{extr}$.

Автоматизация процесса синтеза распределенных систем разнотипных радиоэлектронных средств обеспечивается использованием цифровых карт местности, точным описанием условий функционирования и постановкой задачи размещения на местности обоснования состава и структуры.

Задача обоснования структуры $s \in S$, состава N_s и топологии $\Psi\Psi$ относится к классу многоэкстремальных, многофакторных с частичной неопределенностью [11, 12]. Число возможных вариантов пространственной топологии $\Psi\Psi$ для N_s определяется сочетанием числа элементов N на $\{\Psi\Psi_n\}$ – множестве возможных мест размещения элементов $C_{\Psi\Psi_n}^N$, что делает решение задачи традиционными методами оптимизации (перебор, градиентный и др.) проблематичным. Снижение вычислительных затрат требует укрупнения цифровых карт местности и противоречит требованию точной оценки $P_{\text{обн}}$.

Проведенный анализ типовых оптимизационных процедур показал [13–15] возможность их применения для решения задач синтеза распределенных систем разнотипных радиоэлектронных средств.

Предложенный подход может быть реализован в системах поддержки принятия решений для организации радиотехнического мониторинга контролируемой территории.

Библиографический список

1. Гришко А.К., Юрков Н.К., Кочегаров И.И. Методология управления качеством сложных систем // Труды международного симпозиума «Надежность и качество». – Пенза, 2014. – Т. 2. – С. 377–379.
2. Гришко А.К., Юрков Н.К., Артамонов Д.В., Канайкин В.А. Системный анализ параметров и показателей качества многоуровневых конструкций радиоэлектронных средств // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – Пенза, 2014. – № 2 (26). – С. 77–84.
3. Гришко А.К., Юрков Н.К., Жашкова Т.В. Динамическая оптимизация управления структурными элементами сложных систем // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – Пенза, 2015. № 4 (26). – С. 134–141.
4. Гришко А.К. Динамический анализ и синтез оптимальной системы управления радиоэлектронными средствами // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – Пенза, 2015. № 4 (26). – С. 141–147.
5. Зудов А.Б., Гришко А.К. Интерфейсы на естественном языке как связь нейронных сетей с экспертными системами // В мире научных открытий. – Красноярск, 2010. – №5–1. – С. 119–122.
6. Гришко А.К., Зорькин А.С., Баннов В.Я., Трусов В.А. Структурные компоненты геоинформационных систем и их основные области применения // Труды международного симпозиума «Надежность и качество». – Пенза, 2010. – Т. 1. – С. 287–288.
7. Гришко А.К. Адаптивная фильтрация в задачах синтеза оптимальных систем принятия решений и управления // Труды международного симпозиума «Надежность и качество». – Пенза, 2009. – Т. 1. – С. 221–222.

8. Гришко А.К., Горячев Н.В., Юрков Н.К. Анализ математических моделей расчета электроакустических полей и дальности действия радиолокационных систем методом последовательного анализа // Инженерный вестник Дона, 2015. – № 2. – URL: <http://ivdon.ru/magazine/archive/n2y2015/2885>

9. Гришко А.К. Анализ и оптимизация траектории поведения системы на основе прогнозирующего управления // Труды международного симпозиума «Надежность и качество». – Пенза, 2008. – Т. 1. – С. 291–292.

10. Гришко А.К. Алгоритм управления в сложных технических системах с учетом ограничений // Труды международного симпозиума «Надежность и качество». – Пенза, 2014. – Т. 2. – С. 379–381.

11. Гришко А.К., Баннов В.Я. Метод последовательного анализа моделей радиолокационных систем в процессе эксперимента // Труды международного симпозиума «Надежность и качество». – Пенза, 2013. – Т. 1. – С. 178–179

12. Гришко А.К. Метод оценки качества информации по принятию управляющих решений в интегрированных системах освещения обстановки // Труды международного симпозиума «Надежность и качество». – Пенза, 2011. – Т. 2. – С. 331–333.

13. Гришко А.К., Кочегаров И.И., Танатов М.К. Синтез оптимальной структуры сети распределенной системы разнотипных радиоэлектронных средств // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий : материалы XII Междунар. науч.-практ. конф. – М.: НИИ ВШЭ, 2015. – С. 299–301.

14. A.V. Grigor'ev, N.V. Goryachev, N.K. Yurkov Way of measurement of parameters of vibrations of mirror antennas, in Control and Communications (SIBCON), 2015 International Siberian Conference on, 2015, pp. 1–5.

15. Grishko A.K., Yurkov N.K. Adaptive control of functional elements of complex radio electronic systems. // International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON). Proceedings. – Omsk: Omsk State Technical University. Russia, Omsk, May 21–23, 2015. IEEE CatalogNumber: CFP15794-CDR.

Гришко Алексей Константинович
Пензенский государственный
университет, г. Пенза, Россия

Grishko A.K.
Penza State University,
Penza, Russia