

УДК 621.396: 192.003.13

ПОВЫШЕНИЕ ОПЕРАТИВНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ СРЕДСТВ РАДИОТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЛЁТОВ

В.Е. ЕМЕЛЬЯНОВ, И.А. ПОЛОТНЯНИЦКОВ

Рассматривается возможность нетрадиционной организации групп обеспечения технической эксплуатации и обслуживания радиотехнических систем (РТС) при минимизации сопутствующих эксплуатационных расходов. Приводится алгоритм решения задачи оптимального управления.

Ключевые слова: радиотехническое обеспечение, минимизация расходов.

В условиях эксплуатационного подразделения, такого как БЭРТОС, возможна подготовка нескольких равноценных групп, в равной степени способных реализовывать все фазы технической эксплуатации различных видов оборудования. Для построения модели будем считать, что интенсивности поступления заявок и интенсивность обслуживания являются недетерминированными величинами.

Для упрощения будем считать, что имеются две группы обеспечения. Пусть N_1 и N_2 - максимальное количество систем, обслуживаемых группой, а L_1 и L_2 - средства обеспечения для 1-й и 2-й групп соответственно. Примем также, что поток заявок на обслуживание и интенсивность обслуживания выражены параметрами λ_1 , λ_2 , μ_1 и μ_2 для каждой из групп.

Очевидно, что качество функционирования эксплуатационного подразделения будет зависеть от степени варьирования параметрами этих подразделений. При заполнении второй очереди $\mu_1 \rightarrow 0$, а λ_2 совпадает с внутренним потоком первой очереди.

В соответствии с [1] переменную состояния S_{ij} запишем в виде матричной формы уравнений Колмогорова-Чепмена $S_i^T = \mu_i \Psi_i + \lambda_i F_i$, $i = 1, 2$, где знак T означает транспонирование; S_i - вектор состояния переменных S_{ij} ; F_i ; Ψ_i - матрицы переходов.

Введём обозначения состояний, означающих полную занятость второй группы S_{2,N_2} и незанятость S_{10} .

Тогда

$$\mu_1 = \mu_{10}(1 - S_{2,N_2}); \quad \lambda_1 = \lambda_{10}(1 - \lambda_{10}). \quad (1)$$

Характеристики функционального использования РЭС задаются соответствующей нормативно-технической документацией. Тогда оптимизационная задача, исходные предпосылки которой оговорены условием (1), сводится к задаче минимизации производственных затрат на обслуживание, где величину затрат, связанных с увеличением времени обслуживания различных типов РЭО и их количеством, определим, воспользовавшись результатами [2] в виде

$\theta(\tau) = \int_0^\tau [G + f(\mu)] d\tau + \sum_{i=1}^2 \alpha_i (G_i - K_i)^2$, где $G_i = \sum_{n=1}^{N_i} n S_{iN}$, $G = G_1 + G_2$, $f_1(\mu_1)$, $f_2(\mu_2)$ - некоторые монотонно-возрастающие функции, обращающиеся в нуль при $\mu_i = f_j$, $i = 1, 2$, а $f(\mu) = f_1(\mu) + f_2(\mu)$.

Тогда задача оптимального управления сводится к отысканию $\min \Theta(\tau)$ при ограничениях:

$$S^T = (\mu \Psi + \lambda F) S; \quad 0 \leq \mu(\tau) \leq \mu_{\max}, \quad (2)$$

где μ_{\max} - максимально допустимая интенсивность обслуживания, зависящая от характеристик групп обслуживания.

Используя принципы решения оптимизационных задач подобного рода, изложенные в [3], воспользуемся видоизменённым принципом Понтрягина [4]. Введём переменную дальнейшего состояния S_m , определяемую следующим образом $S_m = \int_0^{\tau} [G + f(\mu)] d\tau$, при которой выполняется

$$S_m = G + f(\mu) = c'S + f(\mu) = 0.$$

Расширенную формулировку задачи, определяемую соотношением (1) с учётом (2), запишем в виде:

$$\min \Theta(\tau) = S_m + \sum_{i=1}^2 \alpha_i (G_i - K_i)^2; \mathbf{S}^T = (\mu \Psi + \lambda \mathbf{F}) \mathbf{S}; S_m = c'S + f(\mu); 0 \leq \mu(\tau) \leq \mu_{\max}. \quad (3)$$

Опуская выкладки, связанные с построением гамильтониана H системы (3) и введением сопряжённых для S и S_m переменных - V и V_m , приведём решение относительно $\mu(\tau)$ в виде

$$\frac{\partial H}{\partial \mu} = V \Psi \mathbf{S} + \frac{\partial f(\mu)}{\partial \mu} = 0 \text{ при выполнении: } \frac{\partial^2 H}{\partial \mu_1^2} \cdot \frac{\partial^2 H}{\partial \mu_2^2} - \frac{\partial^2 H}{\partial \mu_1 \partial \mu_2} = 0; \frac{\partial^2 H}{\partial \mu_1^2} > 0.$$

В зависимости от структуры матрицы Ψ значение интенсивности обслуживания μ_1 практически не зависит от μ_2 . При принятых допущениях относительно функции $f(\mu)$ и при условии, что функция $(-V \Psi \mathbf{S})$ обратна по отношению к функции $\partial f(\mu)/\partial \mu$, имеем:

$$\mu_1 = 0, \dots, \text{ если } \varepsilon_i < 0; \mu_1 = \varepsilon_i, \dots, \text{ если } 0 \leq \varepsilon_i \leq \mu_{\max}; \mu_1 = \mu_{\max}, \dots, \text{ если } \varepsilon_i \geq \mu_{\max},$$

где ε_i - параметр качества обслуживания i -й группы обслуживания РЭС.

Задача типа (3) решается численными методами при известных граничных условиях. Полученное при этом решение, представляющее, по существу, закон управления процессом обслуживания РЭС, позволяет произвести минимизацию затрат. На основании конкретных статистических данных, позволяющих определить интенсивности входных потоков λ_1 и λ_2 , данный алгоритм позволяет исходя из μ_1 и μ_2 выработать конкретные рекомендации для организации групп обслуживания БЭРТОС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Давыдов П.С., Емельянов В.Е., Сергеев В.Ю. Особенности синтеза управляющих моделей технической эксплуатации РЭО // Теория и практика совершенствования полётов: межвуз. темат. сб. науч. тр. - М.: Изд-во МИИГА, 1988. - С. 3-10.
2. Ficola A., Nicosia S. Dynamics of flexible manufacturing systems // Proceedings of the IEEE. Conference on Decision and Control, 1986, №25, p.1700-1702.
3. Раскин Л.Г. Анализ сложных систем и элементы теории оптимального управления. - М.: Сов. радио, 1976.
4. Понтрягин Л.Г., Болтянский В.Г., Гамкрелидзе Р.В., Мищенко Е.Ф. Математическая теория оптимальных процессов. - М.: Изд-во АН СССР, 1961.

IMPROVING EFFICIENCY OF RADIO MAINTENANCE TO ENSURE SAFETY

Emelyanov V.E., Polotnyanshchikov I.A.

This paper considers the possibility of organizing groups of non-traditional security operation and maintenance of radio systems (RTS) while minimizing the associated operational costs. The Algorithm of solving the task of optimal control is given.

Keywords: radio engineering software, to minimize costs.

Сведения об авторах

Емельянов Владимир Евгеньевич, 1951 г.р., окончил КИИГА (1974), доктор технических наук, профессор кафедры основ радиотехники и защиты информации МГТУ ГА, автор более 100 научных работ, область научных интересов - техническая эксплуатация радиотехнических систем, функционирующих в сложной электромагнитной обстановке.

Полотнянщиков Иван Александрович, 1992 г.р., студент МГТУ ГА, область научных интересов - оптимальное обслуживание систем обработки и защиты информации.