

**И. А. М а ч а л и н, И. Е. Т е р е н т ь е в а** (Киев, НАУ). **Критерий оптимизации многоуровневой системы обеспечения запасными изделиями авиационной техники.**

Оптимальное обеспечение процесса эксплуатации авиационной техники запасными изделиями является важнейшей проблемой, так как от ее решения в значительной мере зависит регулярность и безопасность полетов воздушных судов (ВС). Поэтому важной задачей является обоснование стратегии построения системы обеспечения запасами изделий авиационной техники (СОЗИ АТ).

Авторами произведена классификация возможных вариантов построения СОЗИ. Запасные изделия (Line Replacible Units(LRUs)) могут храниться на заводе-изготовителе (ЗИ), в межрегиональном центре технического обслуживания и ремонта (ТОиР), в региональном центре ТОиР, в базовом и транзитном аэропортах. Как показал анализ параметров, которые влияют на структуру и объем обменного фонда изделий LRUs, признаками классификации могут быть:  $a$  — признак наличия у LRU данного типа гарантии ЗИ;  $b$  — признак наличия в LRU встроенной системы контроля (ВСК);  $c$  — признак наличия в центре ТОиР наземных автоматизированных систем контроля (НАСК);  $d$  — признак места восстановления LRU или его компонентов. Признак  $a$  принимает такие значения:  $a = 1$  — есть гарантия ЗИ;  $a = 2$  — нет гарантии ЗИ. При наличии гарантии демонтированный LRU или его компоненты восстанавливаются за счет ЗИ. При отсутствии гарантии ЗИ восстановление проводится за счет авиакомпании. Итак, на первой ступени классификации множество вариантов ( $W_0$ ) СОЗИ разделяется на два класса  $W_1$  и  $W_2$ , т. е.  $W_0 = W_1 \cup W_2$ , где  $\cup$  — знак объединения подмножеств. Признак  $b$  принимает следующие значения:  $b = 1$  — ВСК есть;  $b = 2$  — ВСК нет. Если  $b = 1$ , демонтаж LRU из борта ВС производится после сигнала ВСК о его неработоспособности. Если  $b = 2$  — демонтаж производится при наличии замечаний экипажа или при выполнении планового ТОиР. На второй ступени классификации в зависимости от значения признака  $b$  каждый из классов  $W_1$  и  $W_2$  подразделяется на два подкласса  $W_1 = W_{11} \cup W_{12}$ ,  $W_2 = W_{21} \cup W_{22}$ . На третьей ступени классификации в зависимости от наличия НАСК, подклассы  $W_{ab}$  ( $a = 1, 2; b = 1, 2$ ) подразделяются на следующие группы:  $W_{11} = W_{111} \cup W_{112}$ ,  $W_{12} = W_{122}$ ,  $W_{21} = \bigcup_{c=1}^4 W_{21c}$ ,  $W_{22} = \bigcup_{c=2}^4 W_{22c}$ .

Оптимальное количество запасных LRUs  $F^*$  определяется по критерию минимума полных средних эксплуатационных затрат

$$\min_F TLOC = \min_F \left\{ mN [C_S \Psi \Delta T + C_L (t_M + t_{DM} + t_{KP})] \times \frac{T}{MTBUR} + (F + MF) C_0 \right\},$$

где  $m$  — количество однотипных LRUs установленных на бортах эксплуатируемых ВС;  $N$  — количество эксплуатируемых ВС;  $C_S$  — средняя стоимость простоя ВС;  $C_L$  — средняя стоимость работ по оперативному техническому обслуживанию;  $t_{rмкп}$  — длительность контроля работоспособности (КР) LRU с помощью ВСК на стоянке ВС в базовом аэропорту;  $t_M$ ,  $t_{DM}$  — длительности монтажа и демонтажа LRU на борту ВС;  $T$  — время эксплуатации LRU без учета гарантийного периода;  $F$  — планируемое количество запасных LRUs;  $MF$  — незапланированное количество запасных LRUs;  $C_0$  — стоимость одного LRU;  $MTBUR$  (Mean Time Between Unscheduled Repairs/replacements) — среднее время наработки на неплановое снятие LRU из борта ВС;  $\Psi$  — индикаторная функция, зависящая от параметра  $t_{ЗИП}(F)$ , представляющего собой среднее время задержки в удовлетворении заявки на поставку запасного LRU на борт ВС. Этот параметр определяется на основе разработанной авторами Марковской модели, описывающей движение запасных изделий в СОЗИ. Значение  $MTBUR$  при экспоненциальном законе наработки на отказ предлагается определять из выражения

$$MTBUR = \frac{1 - e^{-\lambda\tau}}{\lambda(1 - (1 - \alpha) \exp\{-\lambda\tau\})},$$

где  $\alpha$  — условная (априорная) вероятность того, что работоспособный LRU будет ошибочно забракован ВСК;  $\tau$  — интервал между КР;  $\lambda(1/\tau)$  — интенсивность внезапных отказов LRU.

На основании разработанной математической модели и критерия произведен расчет оптимального значения количества запасных изделий АТ для альтернативных вариантов построения СОЗИ. Показано, что многоуровневая СОЗИ позволяет значительно повысить регулярность полетов ВС и снизить эксплуатационные расходы.