

ИЗПОЛЗВАНЕ НА ДАНИТЕ ЗА НАДЕЖНОСТТА ПРИ ТЕХНИЧЕСКОТО ОБСЛУЖВАНЕ НА ЕЛЕКТРОННА АПАРАТУРА СЪС СИСТЕМА ЗА КОНТРОЛ

гл. ас. д-р инж. Антон Славчев Георгиев – Технически университет-Варна

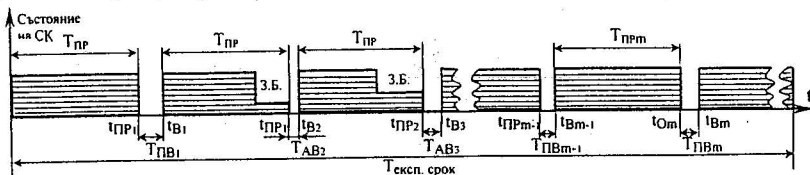
Abstract: A study is made of the case where reliability data on the electronic device is received from the control unit through block indication, maintaining constant "monitoring" of the electronic device status and giving instant indication if a failure occurs.

In assessing the reliability of the electronic device and the control unit itself the technical servicing strategy examined here provides for full emergency servicing and preventive maintenance of the electronic device and the control unit.

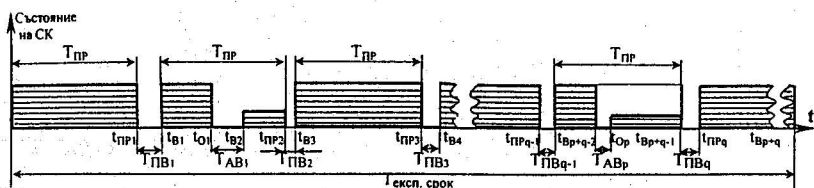
1. ВЪВЕДЕНИЕ

Профилактиката на електронната апаратура (ЕА) е съвкупност от предварителни прегледи на отделни елементи и блокове, контрол и регулиране на някои параметри, замяна и ремонт на отказалите компоненти и други мероприятия, целящи повишаване експлоатационната надеждност. Но профилактиката е съпроводена с поне три нежелателни ефекта: значителни разходи за нейното провеждане; намаляване на коефициента на готовност, поради намаляване на времето, в което тя се използва; поява на "след-профилактични" откази при неподходящо избрана стратегия [3]. За да се намали влиянието на посочените явления се налага оптимизиране на организацията, сроковете за профилактика, съдържанието и последователността на профилактичните дейности.

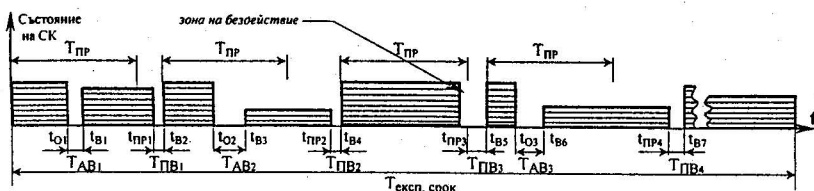
Стратегията на аварийно техническо обслужване за възстановяемите електронни изделия има редица недостатъци [2]. Затова профилактичното обслужване на електронните системи най-често, се основава на календарния принцип за определяне сроковете за профилактика в съчетание с блоковата стратегия за възстановяване. Тази стратегия е подходяща в случаите, когато се изисква продължителна предварителна подготовка и значителни разходи за осъществяване на поредното профилактично обслужване, т.е за обементи и скъпоструващи технически обекти – ядрени централи, производствени комплекси, сложни многофункционални комплекси и др. Съвременните електронни системи не принадлежат към този клас технически обекти, поради което прилагането на блоковата стратегия при техническото им обслужване е свързано с редица неудобства [1]. И трите форми на блоковата стратегия (със зони на бездействие (з.б.) (фиг.1), с минимални аварийни и пълни профилактични възстановявания (фиг.2) и възстановявания, зависещи от момента на настъпване на отказа (фиг.3)) са "стратегии за техническо обслужване според отработката", затова те имат един общ недостатък – не отчитат надеждността на конкретната ЕА. Това води до проявление и на трите, изброени нежелателни ефекта, съпътстващи профилактиката.



фиг.1 ВЪМЕДИАГРАМА НА БЛКОВА СТРАТЕГИЯ ЗА ТЕХНИЧЕСКО ОБСЛУЖВАНЕ СЪС ЗОНИ НА БЕЗДЕЙСТВИЕ НА СК



Фиг. 2 ВТЕМДИАГРАМА НА БЛОКОВА СТРАТЕГИЯ ЗА ТЕХНИЧЕСКО ОБСЛУЖВАНЕ С МИНИМАЛНИ АВАРИЙНИ И ПЪЛНИ ПРОФИЛАКТИЧНИ ВЪЗСТАНОВЯВАНИЯ



Фиг. 3 ВТЕМДИАГРАМА НА БЛОКОВА СТРАТЕГИЯ ЗА ТЕХНИЧЕСКО ОБСЛУЖВАНЕ ЗАВИСЕЩА ОТ МОМЕНТА НА НАСТЪПВАНЕ НА ОТКАЗА

При възможност да се следи непрекъснато състоянието на ЕА и да се получава незабавна индикация за вида на отказа и информация за отказалия елемент, недостатъците на аварийното техническо обслужване, посочени в [2] губят своята острота. В настоящия доклад се разглежда възможността за реализиране на нов вариант на стратегията на аварийно техническо обслужване - "стратегия за техническо обслужване според състоянието". Предлаганият вариант на стратегията на аварийно техническо обслужване отчита надеждността на конкретната електронна апаратура и на нейната система за контрол на състоянието. На тази база могат да се вземат решения за сроковете и съдържанието на възстановителните дейности [1]. Прилагането на разработения нов вариант на тази стратегия би повишило надеждността на електронната апаратура (ще се понижи рязко на следпрофилактичните откази) и би намалило експлоатационните разходи.

II. ОТЧИТАНЕ ВЛИЯНИЕТО НА НАДЕЖДНОСТНИТЕ ПОКАЗАТЕЛИ НА СИСТЕМАТА ЗА КОНТРОЛ ВЪРХУ НАДЕЖДНОСТТА НА АПАРАТУРАТА

Информация за надеждността на голяма част от съвременните ЕА се получава от система за контрол (СК), осъществяваща непрекъснато "наблюдение" на състоянието на апаратурата и даваща незабавна индикация при настъпване на отказ (фиг.4). При оценяване надеждността на такава система трябва да се отчита както надеждността на ЕА, така и на самата СК. Ето защо разглеждаме стратегия за техническо обслужване с предвидени пълни аварийно-профилактични възстановявания, както за ЕА, така и за СК. Записваме с $F(t)$ закона за разпределение на времената между отказите $T_{СР}$ на ЕА, с $F_{СК}(t)$ - закона за разпределение на времената между отказите $T_{СРСК}$

на СК, с $R(t)$ - закона за разпределение на времената за възстановяване T_B на ЕА, а с $R_{СК}(t)$ - закона за разпределение на времената за възстановяване $T_{ВСК}$ на СК.



фиг.4 ОПРОСТЕНА БЛОКОВА СХЕМА НА СИСТЕМАТА ЕА-СК

Комплексното оценяване на надеждността на системата (на изследваната ЕА и на нейната СК) е осъществено с помощта на коефициента на готовност K_G .

Разглежданата система (ЕА-СК) е с непрекъснато действие, а стратегията за техническото и обслужване не предвижда планови профилактични възстановявания (подобен род системи са градските цифрови телекомуникационни централи). За такава система можем да запишем коефициента на готовност във вида

$$K_G = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{\sum_{i=1}^q T_{B_i}}{T}, \text{ където } \sum_{i=1}^q T_{B_i} \text{ е сумарното време за}$$

възращане на системата в състояние на работоспособност в периода от време $(0, T)$. Сходимостта на $\frac{\sum_{i=1}^q T_{B_i}}{T}$ към K_G се възприема като сходимост към единица, поради което коефициента на готовност за разглежданата система няма разходимост и можем да запишем израза:

$$K_G = \frac{T^*_{CP}}{T^*_{CP} + T^*_B + T^*_{ВСК} \cdot Q^*_{СК}}, \quad (1)$$

където: $Q^*_{СК}$, T^*_{CP} , T^*_B и $T^*_{ВСК}$ са статистическите точкови оценки съответно на вероятността за отказ на СК в момента, в който отказва ЕА, средното време между отказите на ЕА, средното време за възстановяване на ЕА и средното време за възстановяване на СК. Изчисляването на T^*_{CP} , T^*_B и $T^*_{ВСК}$ се извършва по известните, в теорията

на класическата надеждност, формули [3]: $T^*_{CP} = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{n}$, $T^*_B = \frac{\sum_{i=1}^n T_{B_i}}{n}$, $T^*_{ВСК} = \frac{\sum_{i=1}^m T_{ВСК_i}}{m}$, къ-

дето n е броя на отказите в ЕА, m е броя на отказите в СК. Коефициента на готовност на СК не може да бъде изразен по известните в надеждността формули. Очевидно за изразяване на коефициента на готовност на разглежданата система е необходимо да се изведе израз, описващ коефициента на готовност на СК. За изразяване на този коефициент използваме зависимост, известна от класическата теория на надеждността:

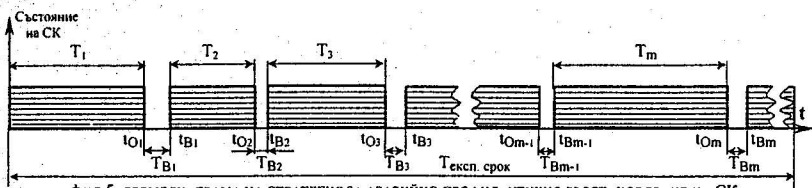
$$K_{ГСК}(t) = 1 - F_{СК}(t) + \sum_{m=1}^{\infty} P_m(t), \quad (2)$$

където $P_m(t)$ е вероятността, до момента t да са проведени m на брой ремонта на СК. За определяне на тази вероятност вземаме под внимание законите за разпределение $F_m(t)$ и $R_m(t)$ на случайните, статистически независими величини $T_{m\Sigma} = \sum_{i=1}^m T_i$ и $T_{Вm\Sigma} = \sum_{i=1}^m T_{Вi}$. За СК, сумата от времената на последователно настъпващите T_i и $T_{Вi}$, представлява срока на нейната поредна профилактика $T_{ПРСК} = T_i + T_{Вi}$:

$$F_m(t) = \int_0^t F_{m-1}(t-T) dF_{CK}(T), \quad F_1(t) = F_{CK}(t), \quad (3)$$

$$R_m(t) = \int_0^t R_{m-1}(t-T) dR_{CK}(T), \quad R_1(t) = R_{CK}(t). \quad (4)$$

При определянето на вероятността, до момента t да са проведени m на брой възстановявания на СК, трябва да се отчете и вида на възприетата стратегия за техническо обслужване – стратегията на аварийно техническо обслужване според състоянието, на която времената между отказите и времената за възстановяване на СК са независими величини със случайна големина, което определя и случайната големина на срока за аварийно-профилактично възстановяване (фиг.5).



Фиг.5 ВРЕМЕДИАГРАМА НА СТРАТЕГИЯ ЗА АВАРИЙНО-ПРОФИЛАКТИЧНО ВЪЗСТАНОВЯВАНЕ НА СК

Записваме закона за разпределение на случайната величина t_m , във вида:

$$W_m(t) = \int_0^t F_m(t-T) dR_m(T), \quad (5)$$

при което търсената вероятност за изчисляване на израз (2) е:

$$P_m(t) = \int_0^t F_m(x) [1 - F_{CK}(t-x)] dx, \quad (6)$$

а изрза (2) добива вида:

$$K_{ГСК}(t) = 1 - F_{CK}(t) + \int_0^t [1 - F_{CK}(t-x)] \sum_{m=1}^{\infty} F_m(x) dx. \quad (7)$$

При решаването на уравнение (7) прилагаме Лапласово преобразуване и получаваме решението (8):

$$K_{ГСК}(S) = \frac{1 - F_{CK}^*(S)}{S[1 - F_{CK}^*(S) \cdot R_{CK}^*(S)]}, \quad (8)$$

където: $F_{CK}^*(S)$ и $R_{CK}^*(S)$ са съответно Лапласовите образи на функциите $F_{CK}(t)$ и $R_{CK}(t)$.

При електронните апаратури и техните компоненти моделирането на надеждностните показатели се осъществява най-често чрез експоненциален закон за разпределение на случайните величини. При този закон, коефициента на готовност на СК добива вида:

$$K_{ГСК} = \frac{T_{CPCK}^*}{T_{CPCK}^* + T_{BCK}^*} + K_{ПК} \frac{T_{CPCK}^* \cdot T_{BCK}^*}{T_{CPCK}^* \cdot T_{CP}^* + T_{BCK}^* (T_{CPCK}^* + T_{CP}^*)}, \quad (9)$$

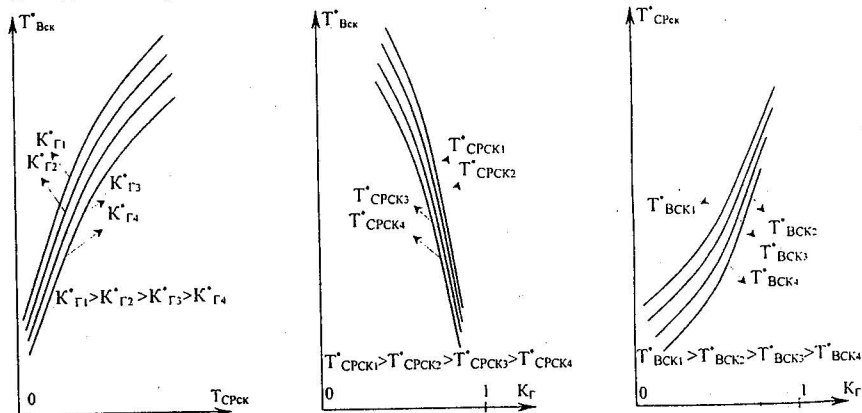
където: T_{CPCK}^* е статистическата точкова оценка на средното време между отказите на СК, $K_{ПК} = 1 - K_{ГСК}$ е коефициента на престой на СК, а $T_{CPCK}^* = \sum_{i=1}^m t_{CK_i} / m$ е статистическата точкова оценка на времето между отказите на СК.

С помощта на получения израз за коефициента на готовност на СК (9) записаният във вида (1) израз за коефициента на готовност на системата (ЕА-СК) добива окончателно вида:

$$K_{\Gamma} = \frac{T_{\text{CP}}^*}{T_{\text{CP}}^* + T_{\text{B}}^* + \frac{T_{\text{CP}}^* T_{\text{BCK}}^*}{T_{\text{CP}}^* \Gamma_{\text{CPCK}}^* + T_{\text{BCK}}^* (T_{\text{CP}}^* + \Gamma_{\text{CPCK}}^*)}} \quad (10)$$

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученият израз (10) отразява зависимостта на коефициента на готовност на електронна апаратура с включена към нея система за непрекъснат контрол, от надеждността на самата система за контрол. Чрез установената зависимост (10) се създава възможност при уточнена стратегия за техническо обслужване за конкретния вид ЕА, да бъде синтезирана система за контрол с оптимална надеждност.



Въз основа на получените изрази (9) и (10) са построени графики (фиг.6, 7 и 8) за оценяване степента на ефективност на СК. Графиките улесняват подбора на надеждностни показатели за СК още на етапа на нейното проектиране.

ЛИТЕРАТУРА

1. Георгиев А.С. Р. Б. Пранчов, Н. Г. Георгиева. Нова стратегия за възстановяване на уплътнителни телефонни системи. XXVI Научна сесия "Комуникационни, електронни и компютърни системи '91". С., май 1991.
2. Георгиев А.С. Проблеми на експлоатационната надеждност на уплътнителни телефонни системи. Дис. с научен ръководител Р.Б.Пранчов, София, 1994.
3. Филев В.Д., М.К.Ценкова. Изпитване на надеждност в електроуредостроенето. София, Техника, 1980.