

# BLOCK STRATEGY WITH AREAS OF INACTIVITY FOR MAINTENANCE OF ELECTRONIC SYSTEMS

associate professor Ph.D. Anton Slavchev Georgiev  
Technical University – Varna, [georgiev\\_an@yahoo.com](mailto:georgiev_an@yahoo.com)

**Abstract:** The article discusses the issues of safety and reliability of electronic systems. Proposed are several strategies for maintenance electronic systems, and their characteristics and parameters are researched and analyzed. Attention is paid to the applicability of the different strategies. In the paper are proposed formulas for calculating the profit from the implementation of the new strategies and are assessed the reliability operating each of these strategies. Emphasis is placed on the block strategy with areas of inactivity for maintenance. I suggested analytical expressions for calculating the performance gain of this new strategy and formulas for assessing its operational reliability.

**Keywords:** Maintenance activities, Reliability, Maintenance, Operational reliability, After prophylactic failures, maintenance of electronic equipment, methods for raising the reliability.

## БЛОКОВА СТРАТЕГИЯ СЪС ЗОНИ НА БЕЗДЕЙСТВИЕ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОТО ОБСЛУЖВАНЕ НА ЕЛЕКТРОННИ СИСТЕМИ

доц. д-р инж. Антон Георгиев  
Технически Университет – Варна, [georgiev\\_an@yahoo.com](mailto:georgiev_an@yahoo.com)

**Абстракт:** В статията се дискутират въпросите на надеждността на електронните системи. Предложени са няколко стратегии за техническо обслужване на електронни системи. Изследвани и анализирани са основните им характеристики и параметри. Обърнато е внимание на приложимостта на отделните стратегии. Акцентът е поставен върху блоковата стратегия за техническо обслужване със зони на бездействие. Предложени са аналитични изрази за изчисляване както на печалба от изпълнението на формулираната нова стратегия, така и за оценка на нейната експлоатационна надеждност.

**Ключови думи:** Надеждност, Техническо обслужване, Експлоатационна надеждност, Профилактика на технически системи, Аварийно възстановяване на технически системи.

### ВЪВЕДЕНИЕ

При изследването на експлоатационната надеждност на електронни системи (ЕС) [1, 2, 3], бе констатирано, че отказите, причинени от грешки при експлоатацията, и в частност - от неправилно техническо обслужване (ТО), съставляват до 35% от общия брой внезапни откази. Тази тревожна тенденция наложи необходимостта от задълбочени изследвания за установяване на причините за влошаването на надеждностните показатели по време на експлоатацията на електронните изделия и търсене и предлагане на способи за тяхното подобряване [4]. В статията е поставен акцент върху състава, обема и начина на редуване на възстановителните процедури, провеждани по време на техническото обслужване на ЕС. Разработена и дефинирана е Блокова стратегия за ТО. Предложени са няколко варианта на тази стратегия. Изследвани и анализирани са техните основни характеристики.

Процесът на влошаване на параметрите на електронните изделия е обективен процес,

обусловен от голям брой външни и вътрешни фактори. За привеждане на ЕС в работоспособно състояние се провеждат множество възстановителни дейности, от чийто обем и последователност зависи по нататъшната надеждност на системата. Възстановителните дейности се включват в състава на аварийните възстановявания или на профилактичните мероприятия. Профилактиката на ЕС е съвкупност от възстановителни дейности, прилагани в строго определена последователност. Тя може да се опише чрез многократно разклонен алгоритъм, специфичен за всяка конкретна ЕС. Профилактиката, за съжаление, е съпътствана от някои нежелателни ефекта като: значителни материални разходи, поради необходимостта от използване на висококвалифициран труд и скъпа специализирана техника; влошаване на коефициента на готовност, поради намаляване на времето за използване на ЕС; поява на “след профилактични” откази и др. Това налага оптимизиране на сроковете за провеждането ѝ [5] и избягване на необоснованото честото ѝ провеждане.

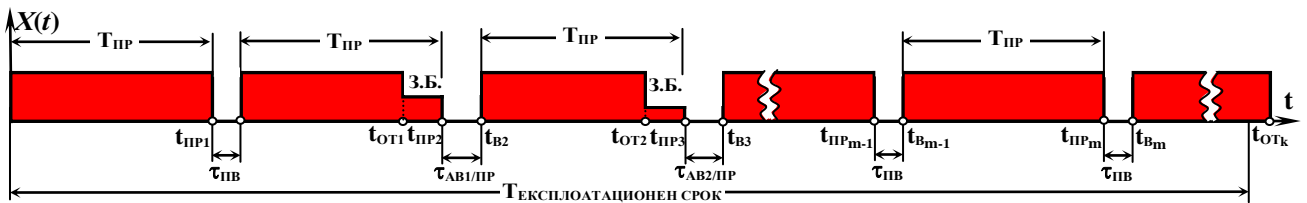
За да се намали влиянието на негативни фактори, понижаващи надеждността на ЕС [6], е необходимо да бъдат оптимизирани основните атрибути, характеризиращи стратегията за техническо обслужване (СТО): организация на профилактичните дейности, сроковете за провеждането им, съдържание и последователност на профилактичните възстановявания, критерии за избор на редуване на аварийните и профилактичните намеси и др. Понятието стратегията за техническо обслужване може да се дефинира като стройна система от правила, включена в състава на техническото обслужване, съгласно която се вземат решения, касаещи: обема и състава на профилактичните и аварийните възстановявания на ЕС, големината на срока за профилактика, началния момент за отчитане на срока за профилактика, начинът за редуване на профилактичните и аварийните възстановявания, доминиращия критерий за вземане на решения относно вида и обема на профилактичните дейности и др. [6]. Поради незаслуженото пренебрегване на проблемите, касаещи профилактичните дейности, за съжаление, в теорията на надеждността броят на публикациите, свързани са тази проблематика, е твърде ограничен. Това е една от предпоставките за допускането на грешки при техническото обслужване на ЕС, а от там и за влошаване на експлоатационната им надеждност. В [6] са предложени два критерия за класифициране на стратегиите за техническото обслужване на ЕС: според начина на редуване на профилактичните и аварийните възстановявания и според доминантата на вземане на решения относно вида и обема на профилактичните дейности. Съгласно първия критерий СТО могат да се класифицират като: Стратегия на аварийно техническо обслужване; Блокова стратегия за техническо обслужване; Строго периодична стратегия за техническо обслужване, а съгласно втория критерий СТО могат да се разделят на: Стратегия за техническо обслужване според отработката и Стратегия за техническо обслужване според състоянието.

## **БЛОКОВИ СТРАТЕГИИ НА ТЕХНИЧЕСКО ОБСЛУЖВАНЕ**

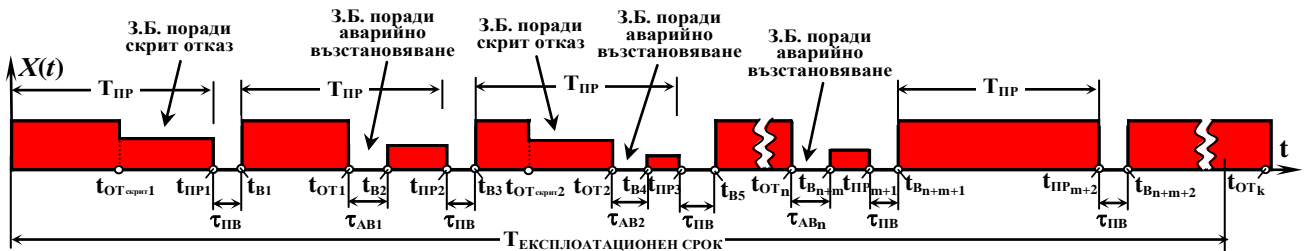
За разлика от Стратегията на аварийно техническо обслужване [6], при Блоковите стратегии за техническо обслужване е предварително известен моментът, в които ще започне поредното профилактично възстановяване на ЕС. При класическия вариант на Блоковите СТО (при липса на система за контрол на състоянието на ЕС), както аварийните, така и профилактичните възстановявания са пълни.

Блоковите стратегии за техническо обслужване могат да бъдат приложени в различни варианти, като три от тях биха били по-приложими в практиката: блоковата СТО със зони на бездействие (времедиаграма на тази СТО е показана на фиг. 1); блоковата СТО с минимални аварийни и пълни профилактични възстановявания (времедиаграма на тази СТО е показана на фиг.2); блоковата СТО с възстановявания, чийто обем и продължителност зависят от момента на настъпване на отказа (времедиаграма на тази СТО е

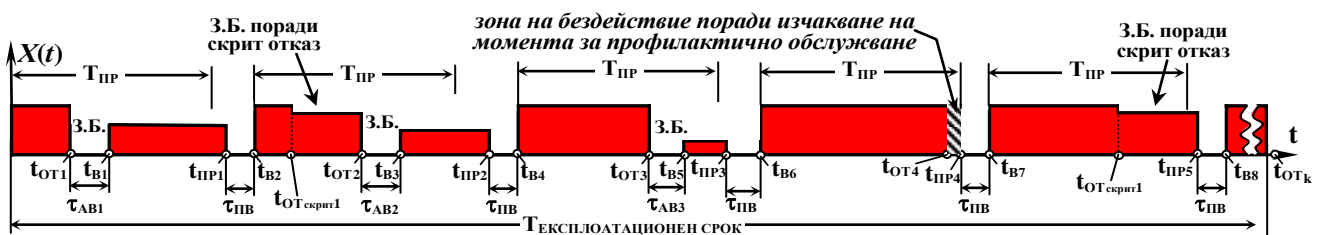
показана на фиг.3). Освен чрез времедиаграми, СТО са описани и с помощта на раз-работените диаграми на преходите.



фиг. 1 Времедиаграма на блокова стратегия за техническо обслужване със зони на бездействие



фиг. 2 Времедиаграма на блокова стратегия за техническо обслужване с минимални аварийни и пълни профилактични възстановявания



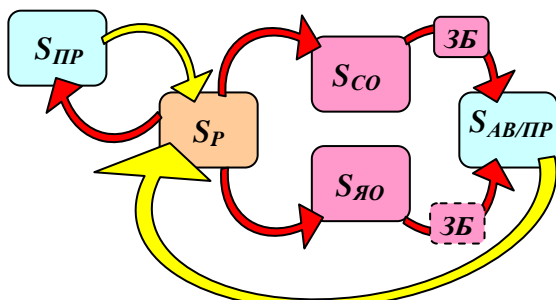
фиг. 3 Времедиаграма на блокова стратегия за техническо обслужване зависеща от момента на настъпване на отказа, без строго спазване на  $T_{ПР}$

## БЛОКОВА СТРАТЕГИЯ СЪС ЗОНИ НА БЕЗДЕЙСТВИЕ

При блоковата СТО със зони на бездействие, не се извършват възстановителни дейности в отрязъка от време между две съседни профилактики. При възникване на отказ ЕС остава в неработоспособна (най-често поради липса на СК) до момента на завършване на следващата профилактика. След завършването на профилактичната процедура, отказът бива отстранен и ЕС се привежда в състояние на работоспособност. Работоспособното състояние се запазва до настъпването на следващия отказ или (ако не настъпи отказ) до момента на стартиране на следващата планова профилактика.

И при „скрит” и при явен отказ ЕС може да остане в зони на бездействие (З.Б.) с голяма продължителност, което сериозно понижава коефициента на готовност. Освен това, при възприемане на такава СТО, вградената система за непрекъснат контрол на състоянието на ЕС по никакъв начин не променя коефициента на готовност.

За описване на измененията в състоянието на ЕС разглеждаме случайния процес, отразяващ тези промени във времето, а разглеждания случаен процесът означаваме с  $X(t)$ . При тази блокова стратегия, случайният процес  $X(t)$ , отразяващ състоянието на ЕС във времето, приема пет дискретни стойности: работоспособно състояние  $S_P$ ; състояние на престой, дължащ се на „скрит” отказ  $S_{CO}$ ; състояние на престой, дължащ се на явен отказ  $S_{JO}$ ; състояние на аварийно-профилактично възстановяване на работоспособността  $S_{AB/ПР}$  и състояние на профилактично възстановяване на работоспособността  $S_{ПР}$ . Разра-



Фиг.4. Диаграмата на преходите

ботената диаграма на преходите, описваща случайния процес  $X(t)$ , типичен за тази СТО е представена на фиг. 4. За описване на математическото очакване на времената за пребиваване на ЕС във всяко от петте възможни състояния ( $S_P$ ,  $S_{CO}$ ,  $S_{ЯО}$ ,  $S_{AB/ПР}$  и  $S_{PP}$ ), приемаме, че времената от завършване на поредното възстановяване до настъпването на отказ, са разпределени по закона  $R(x)$ ; времената за престой в състояние на скрит

отказ, са разпределени по закона  $P(x)$ ; аварийно-възстановителните дейности не започват веднага след настъпването на явен отказ, поради което средното време за престой, свързан с проявлението на явен отказ, е случайна величина, чиято стойност не може да се пренебрегне; с  $T_{B_{ПР}}$  записваме математическото очакване на случайната величина време за профилактично възстановяване  $\tau_{ПВ}$ , чиято вероятностна плътност е  $f_{ПВ}(t)$ ; а с  $T_{B_{AB/ПР}}$  записваме математическото очакване на случайната величина време за аварийно-профилактично възстановяване  $\tau_{AB/ПР}$ , чиято вероятностна плътност е  $f_{AB/ПР}(t)$ , като обикновено  $T_{B_{ПР}} < T_{B_{AB/ПР}}$ . Както беше отбелязано, при стратегия за техническо обслужване със зони на бездействие, математическото очакване на времето за пребиваване на ЕС в състояние на явен отказ  $M_{t_{S_{ЯО}}} = T_{П_{ЯО}} \neq 0$ , тъй като както при скритите

откази така и при явните откази, ЕС остава в неработоспособно състояние до провеждането на поредното аварийно-профилактично възстановяване. Можем да изразим математическото очакване на времената за пребиваване на ЕС във всяко от петте състояния, показани на диаграмата на преходите:

$$\begin{aligned}
 M_{t_{S_P}} &= T_{CP} = \int_0^{\infty} [1 - R(x)] dx, \\
 M_{t_{S_{CO}}} &= T_{П_{CO}} = \int_0^{\infty} [1 - P(x)] dx, \\
 M_{t_{S_{AB/ПР}}} &= T_{B_{AB/ПР}} = \int_0^{\infty} x \cdot f_{AB/ПР}(x) dx, \\
 M_{t_{S_{PP}}} &= T_{B_{ПР}} = \int_0^{\infty} x \cdot f_{ПР}(x) dx, \\
 M_{t_{S_{ЯО}}} &= T_{П_{ЯО}} \neq 0.
 \end{aligned} \tag{1}$$

Ако времената за престой в състояние на явен отказ, са разпределени по закона  $Q(x)$ , математическото очакване на времената за пребиваване на ЕС в състояние на явен отказ може да се изрази като

$$M_{t_{S_{ЯО}}} = T_{П_{ЯО}} = \int_0^{\infty} [1 - Q(x)] dx. \tag{2}$$

Трябва да се отбележи обаче, че при блоковата СТО със зони на бездействие, математическото очакване на продължителността на времеинтервала, заключен между два поредни момента за стартиране на възстановителните дейности, има фиксирана, константна стойност, равна на изчислената (избраната) стойност на срока на профилактика  $T_{ПР}$  и не зависи от математическото очакване на времената за пребиваване във всяко от петте състояния.

При този вариант на Блокова СТО, коефициентът на готовност е много нисък. Ето защо

тя е допустима само при многоканални ЕС с осигурен висок коефициент на резервиране [7] по отношение на трафика (типична ситуация за изследваните УТС100 [8]) и недопустима при ЕС, работещи самостоятелно, от чиято работа зависят сигурността, здравето и живата на хора [1]. В същото време тази СТО осигурява ниски преки разходи за техническо обслужване, но е съпътствана от голям брой след профилактични откази, свързани с кампанийността на провежданата профилактика (обикновено, за кратък период от време се извършва голям обем от дейности, за много на брой съоръжения [8], чиято работоспособност често се описва с последователна структурна по надеждност), което от своя страна повишава косвените разходи и понижава профит от използването на ЕС.

Времето за аварийно възстановяване  $\tau_{AB}$  зависи от голям брой фактори, но определящи са: времето за локализиране на отказа; квалификацията на персонала; осъществяващ ремонтните дейности; подходящият избор на контролно-измервателна апаратура, нейната точност и надеждност; времето за подмяна на отказалия елемент/модул; вероятността отказалият елемент/модул да е в наличност в момента на стартиране на възстановителните дейности и др. При съвременните ЕС процесът на самата подмяна на отказалите елементи/модули се извършва за достатъчно кратко време, поради което вероятностната плътност на ремонтите сполучливо се апроксимира чрез експоненциален закон за разпределение на случайните величини. В случаите, когато продължителността на възстановителните дейности зависи слабо от вида на отказалия елемент (ситуация, типична за голяма част от съвременните ЕС с вградена система за непрекъснат контрол на състоянието), вероятностната плътност на ремонтите сравнително точно се описва с помощта на Гаусов закон, като се приема, че  $T_B \approx 3\sigma$ .

Както е отбелязано и в [6], коефициентът на готовност  $K_G(t)$

$$K_G(t) = \frac{T_{CP}^*}{T_{CP}^* + T_B^*} \left( 1 + \frac{T_B^*}{T_{CP}^*} \cdot e^{-\frac{T_{CP}^* + T_B^*}{T_{CP}^* \cdot T_B^*} \cdot t} \right) \quad (3)$$

е един от важните показатели, оценяващи експлоатационната надеждност на възстановяемите изделия. В последния израз,  $T_{CP}^*$  и  $T_B^*$  са съответно статистическата точкова оценка на средното време между отказите и статистическата точкова оценка на средното време за възстановяване на работоспособността на ЕС. При тази СТО коефициентът на готовност  $K_G$  може да се изрази:

$$K_G = \frac{T_{CP}}{T_{CP} + T_{\Pi CO} + T_{\Pi ЯО} + T_{B \Pi П} + T_{B_{AB/\Pi П}}} \left[ 1 + \frac{(T_{\Pi CO} + T_{\Pi ЯО} + T_{B \Pi П} + T_{B_{AB/\Pi П}}) e^{-\frac{(T_{CP} + T_{\Pi CO} + T_{\Pi ЯО} + T_{B \Pi П} + T_{B_{AB/\Pi П}}) \cdot t}{T_{CP} (T_{\Pi CO} + T_{\Pi ЯО} + T_{B \Pi П} + T_{B_{AB/\Pi П}})}}}{T_{CP}} \right] =$$

$$= \frac{\int_0^{\infty} [1 - R(t)] dt}{\int_0^{\infty} [1 - R(t)] dt + \int_0^{\infty} [1 - P(t)] dt + \int_0^{\infty} [1 - Q(t)] dt + \int_0^{\infty} t \cdot f_{\Pi П}(t) dt + \int_0^{\infty} t \cdot f_{AB/\Pi П}(t) dt} \cdot$$

$$\left[ 1 + \frac{\int_0^{\infty} [1 - P(t)] dt + \int_0^{\infty} [1 - Q(t)] dt + \int_0^{\infty} t \cdot f_{\Pi П}(t) dt + \int_0^{\infty} t \cdot f_{AB/\Pi П}(t) dt \cdot e^{-\frac{\left( \int_0^{\infty} [1 - R(t)] dt + \int_0^{\infty} [1 - P(t)] dt + \int_0^{\infty} [1 - Q(t)] dt + \int_0^{\infty} t \cdot f_{\Pi П}(t) dt + \int_0^{\infty} t \cdot f_{AB/\Pi П}(t) dt \right) \cdot t}{\int_0^{\infty} [1 - R(t)] dt \left( \int_0^{\infty} [1 - P(t)] dt + \int_0^{\infty} t \cdot f_{AB/\Pi П}(t) dt + \int_0^{\infty} t \cdot f_{\Pi П}(t) dt + \int_0^{\infty} [1 - Q(t)] dt \right)}}}{\int_0^{\infty} [1 - R(t)] dt} \right], \quad (4)$$

израз, чиято компонента в средните скоби, при за  $t \rightarrow \infty$ , е приблизително равна на единица. Ето защо, за стационарен режим (за  $t \rightarrow \infty$ ), последният израз може да се опрости до вида:

$$K_{\Gamma} \approx \frac{\int_0^{\infty} [1 - R(t)] dt}{\int_0^{\infty} [1 - R(t)] dt + \int_0^{\infty} [1 - P(t)] dt + \int_0^{\infty} [1 - Q(t)] dt + \int_0^{\infty} t \cdot f_{\text{ПР}}(t) dt + \int_0^{\infty} t \cdot f_{\text{АВ/ПР}}(t) dt}, \quad (5)$$

За стационарен режим, за коефициента на престой  $K_{\Pi}$ , може да се запише

$$K_{\Pi} \approx \frac{T_{\text{ПСО}} + T_{\text{ПЯО}} + T_{\text{ВПР}} + T_{\text{АВ/ПР}}}{T_{\text{СР}} + T_{\text{ПСО}} + T_{\text{ПЯО}} + T_{\text{ВПР}} + T_{\text{АВ/ПР}}} = \frac{\int_0^{\infty} [1 - P(t)] dt + \int_0^{\infty} t \cdot f_{\text{ПР}}(t) dt + \int_0^{\infty} t \cdot f_{\text{АВ/ПР}}(t) dt + \int_0^{\infty} [1 - Q(t)] dt}{\int_0^{\infty} [1 - R(t)] dt + \int_0^{\infty} [1 - P(t)] dt + \int_0^{\infty} [1 - Q(t)] dt + \int_0^{\infty} t \cdot f_{\text{ПР}}(t) dt + \int_0^{\infty} t \cdot f_{\text{АВ/ПР}}(t) dt} \quad (6)$$

За разлика от Стратегията на аварийно техническо обслужване [6], тук системата за непрекъснат контрол на състоянието не влияе на времето за престой (не премахва зоните на бездействие, т.е. тук не може да се постигне  $T_{\text{ПСО}} \rightarrow 0$ ), а от там и математическото очакване на продължителността на времеинтервала  $T_{\text{ПР}}$ , заключен между два поредни момента за стартиране на възстановителните дейности, не намалява (за разлика от ситуацията описана в [6]). В резултат – не се наблюдава нарастване на коефициента на готовност при използване на система за контрол.

За обективно оценяване на ползите от прилагането на дадена стратегия в [6] е разработен и предложен аналитичен израз, оценяващ както разходите, направени за техническо обслужване, така и ползите, които са пропуснати поради бездействието на ЕС (скрити откази, време за аварийни възстановявания и време за профилактични възстановявания). Предложеният „коефициент на разходите и пропуснатите ползи”  $K_{\text{РПП}}$  характеризира конкретна СТО. Той е комплексен параметър, определящ се от направените разходи за ремонт  $K_{\text{Р}}$  и пропуснатата (поради престой на ЕС) печалба  $K_{\text{ПП}}$ , като  $K_{\text{РПП}} = K_{\text{Р}} + K_{\text{ПП}}$ .

За да бъде изразен  $K_{\text{РПП}}$  за тази стратегия, въвеждаме означенията:  $K_{\text{S}_{\text{P}}}$  – относителен дял на времето, в което ЕС е в работоспособно състояние,  $K_{\text{S}_{\text{CO}}}$  – относителен дял на времето, в което тя е в състояние на скрит отказ,  $K_{\text{S}_{\text{ЯО}}}$  – относителен дял на времето за пребиваване в състояние на явен отказ,  $K_{\text{S}_{\text{ПР}}}$  – относителен дял на времето, в състояние на профилактично възстановяване и  $K_{\text{S}_{\text{АВ/ПР}}}$  – относителен дял на времето, в състояние на аварийно-профилактично възстановяване. В стационарен режим (т.е. при  $t \rightarrow \infty$ )  $K_{\text{S}_{\text{P}}} = K_{\Gamma}$  – израз (5), а стойностите на останалите четири величини могат да се запишат във вид:

$$K_{\text{S}_{\text{CO}}} = \frac{T_{\text{ПСО}}}{T_{\text{СР}} + T_{\text{ПСО}} + T_{\text{ПЯО}} + T_{\text{ВПР}} + T_{\text{АВ/ПР}}}, \quad K_{\text{S}_{\text{ЯО}}} = \frac{T_{\text{ПЯО}}}{T_{\text{СР}} + T_{\text{ПСО}} + T_{\text{ПЯО}} + T_{\text{ВПР}} + T_{\text{АВ/ПР}}}, \\ K_{\text{S}_{\text{АВ/ПР}}} = \frac{T_{\text{АВ/ПР}}}{T_{\text{СР}} + T_{\text{ПСО}} + T_{\text{ПЯО}} + T_{\text{ВПР}} + T_{\text{АВ/ПР}}}, \quad K_{\text{S}_{\text{ПР}}} = \frac{T_{\text{ВПР}}}{T_{\text{СР}} + T_{\text{ПСО}} + T_{\text{ПЯО}} + T_{\text{ВПР}} + T_{\text{АВ/ПР}}}. \quad (7)$$

при което, коефициентът на разходите и пропуснатите ползи може да се запише чрез израза

$$K_{PIII} = \frac{C_{S_{CO}} \cdot K_{S_{CO}} + C_{S_{ЯО}} \cdot K_{S_{ЯО}} + C_{S_{AB/ПР}} \cdot K_{S_{AB/ПР}} + C_{S_{ПР}} \cdot K_{S_{ПР}}}{K_{Г}} = \frac{C_{S_{CO}} T_{П_{CO}} + C_{S_{ЯО}} T_{П_{ЯО}} + C_{S_{AB/ПР}} T_{B_{AB/ПР}} + C_{S_{ПР}} T_{B_{ПР}}}{T_{CP}} \quad (8)$$

където:  $C_{S_{CO}}$  и  $C_{S_{ЯО}}$  са стойностите на загубите за единица време от престоя на ЕС (при пълен отказ на ЕС  $C_{S_{CO}}=C_{S_{ЯО}}$ , въпреки че е коректно да се отбележи, че пълният отказ рядко остава скрит; при частичен отказ на ЕС  $C_{S_{CO}} \neq C_{S_{ЯО}}$ , като в този случай по-често  $C_{S_{CO}} < C_{S_{ЯО}}$ , тъй като при липса на система за контрол, скритите откази по правило са по-малко значими за общата работоспособност на системата, т.е. обикновено при скрит отказ (по правило той е частичен отказ) ЕС изпълнява по-голямата част от своите функции - значително по-голяма част от функциите, в сравнение с тези при явен частичен отказ);

$C_{S_{ПР}}$  и  $C_{S_{AB/ПР}}$  са сумарни величини, отчитащи съответно както загубите от престоя на ЕС, отчетени за единица време, така и разходите, направени за нейния ремонт ( $C_{S_{AB/ПР}}$ ) или профилактика ( $C_{S_{ПР}}$ ).

И при тази стратегия описването и оценяването на надеждността на ЕС, при наличие на голям брой частични откази, е целесъобразно да се базира на Марковски интерпретации [12А], [24А], а не на методите на класическата, „булева“ надеждност.

Другият показател, който може да бъде предложен, за оценяване на експлоатационната надеждност при конкретната СТО – средната стойност на относителния профит  $P$  (полза, печалба) от експлоатацията на ЕС, за единица време [31А]. Математическото очакване на относителния профит от експлоатацията на ЕС зависи от разликата между приходите  $K$  от експлоатацията на ЕС, и сумарните разходи, направени за нейното техническото обслужване  $K_{PIII}$ , отнесени към относителния дял на времето, в което ЕС е пребивавала в работоспособно състояние

$$P = K_{S_p} (K - K_{PIII}) = K_{Г} \left[ K - \frac{C_{S_{CO}} T_{П_{CO}} + C_{S_{ЯО}} T_{П_{ЯО}} + C_{S_{AB/ПР}} T_{B_{AB/ПР}} + C_{S_{ПР}} T_{B_{ПР}}}{T_{CP}} \right], \quad (9)$$

Ситуацията, при която профитът добива отрицателен знак (поради това, че  $K < K_{PIII}$ ) е сигурен симптом за неподходящо избрана СТО. Индикатор за лоша стратегия са дори равенството  $K = K_{PIII}$  и малката стойност на разликата  $K - K_{PIII}$ .

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статията са разгледани някои прийоми за повишаване на експлоатационната надеждност на електронни системи. Анализирани са особеностите на техническото обслужване, като са разработени и дефинирани няколко стратегии за неговото провеждане. Формулирани са като техните основни характеристики, така и предимствата и недостатъците им. Очертани са областите на тяхното приложение. По-специално внимание при анализа е обърнато на блоковата стратегия за техническо обслужване със зони на бездействие. Изведени са изрази, оценяващи ползата от нейното прилагане в практиката.

## REFERENCES

- [1]. Георгиев А. С., Н. Г. Георгиева, Т. Папанчев, К. Тенекеджиев и Н. Д. Николова. Научноизследователски проект „Изследване надеждността и изготвяне на съответната надеждностна документация за система за мониторинг на състоянието и за оповестяване”, с ръководител доц. д-р. инж. Георгиев А.С, заявител ДИКС Интертрейд ООД гр. София, 25.10.2010.
- [2]. Георгиев А. С., Н. Г. Георгиева, Х. Гигов, Т. Папанчев, Г. Тодоринов и А. Карачумаков. НПЗ/2011 „Изследване на възможностите за подобряване надеждността на електронни изделия”, с ръководител доц. д-р. инж. Георгиев А.С, Научноизследователски проект, финансиран целево от държавния бюджет – 2011 г.
- [3]. Георгиев А. С. и Т. Папанчев, Докторантски проект №ПДЗ. „Изследване на надеждността на електронни изделия”, с ръководител доц. д-р. инж. Георгиев А.С, Научноизследователски проект, финансиран целево от МОМН.
- [4]. 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., 1991.
- [5]. Пранчов Р. Б, А. С. Георгиев Н. Г. Георгиева. ‘Коригиране на сроковете за профилактика на съобщителните системи по данни за експлоатационната надеждност’. XXV Научна сесия “Ден на радиото’90”, С., 1990.
- [6]. Георгиев А. С. Стратегии за техническо обслужване на електронните системи. Електронно списание „Компютърни науки и комуникации” ISSN: 1314-7846 брой 1, 12.2012 г. стр. 58-66.
- [7]. Георгиев А.С., Н. Г. Георгиева., Д. М. Ковачев и А. З. Тошков. ‘Оптимизиране на резервирането в електронните системи’. Национална конференция с международно участие "Електроника ' 2002", София, 17-18.10.2002. Сборник с доклади - стр. 247-252.
- [8]. Пранчов Р. Б, П. Славейков, А. С. Георгиев. Отчет по договор №353/88 на тема: “Изследване надеждността на уплътнителни телефонни системи UTC100”, с ръководител доц. ктн. Р.Б.Пранчов, заявител Комитет по съобщения и информатика, НИС ВМЕИ-София, С., 1989.
- [9]. Georgiev A. Sl., N. G. Georgieva. ‘Markovsky model of the reliability of the autonomous system for transformation of the wind’s energy’. Annual School Lectures, Volume 22, Sofia, 2000. ISSN 0861-0797 p.7-12.