

ВЪВЕЖДАНЕ НА НОВИ СПЕЦИФИЧНИ ПОКАЗАТЕЛИ ПРИ ОЦЕНЯВАНЕ ЕКСПЛОАТАЦИОННАТА НАДЕЖДНОСТ НА ЕЛЕКТРОННИ АПАРАТУРИ ЗА БИТОВА УПОТРЕБА

Антон Славчев Георгиев, Медицински университет - Варна, georgiev_an@yahoo.com

Юлия Георгиева Гарипова, Технически университет - Варна, juliq.garipova@tu-varna.bg

Калин Христов Янков, Технически университет - Варна, kalin.yankov@gmail.com

Тончо Христов Папанчев, Технически университет - Варна, t.papanchev@tu-varna.bg

Абстракт: В статията се анализират възможностите за коректна оценка на неявните времена, в които електронните изделия са неработоспособни. Предлагат се способности за по-точно надеждностно оценяване. За целта са използвани времеви диаграми, които включват възможните състояния на престой на електронните апаратури.

Ключови думи: експлоатационна надеждност, техническо обслужване на електронни апаратури.

INTRODUCTION OF NEW SPECIFIC INDICATORS FOR ASSESSING THE OPERATIONAL RELIABILITY OF ELECTRONIC EQUIPMENT USED AT HOME

Anton Slavchev Georgiev, Medical University of Varna, georgiev_an@yahoo.com

Julia Georgieva Garipova, Technical University of Varna, juliq.garipova@tu-varna.bg

Kalin Hristov Yankov Technical University of Varna, , kalin.yankov@gmail.com

Toncho Hristov Papanchev, Technical University of Varna, t.papanchev@tu-varna.bg

Abstract: This article analyzes the possibilities for a correct assessment of the implicit times in which electronic devices are inoperable. Methods are proposed for more accurate reliability assessment. For this purpose, time diagrams were used, which include the possible states of residence of electronic equipment.

Keywords: operational reliability; maintenance of electronic equipment.

Специфика на проблема

Съвременната техника и технологии позволиха на хората да разполагат в своя дом с голям брой, различни по тип, сложност, структура и предназначение електронни уреди и апаратури, каквито са: персоналните компютри, лаптопите; таблетите; мобилните телефони; телевизионните приемници; уредите за измерване на кръвно налягане, кръвна захар, пулс и сатурация и т.н. За разлика от съвременната професионална електронна техника, притежаваща система за непрекъснат контрол на състоянието и индицираща незабавно възникналите внезапни откази; която се използва с голяма интензивност, а периодът на скритите откази обикновено е в рамките от няколко секунди до няколко минути, и при която сервизните звена имат възможност да

стартират бързо ремонтните дейности, при битовите електронни устройства големината на престоя, заключен между момента на настъпване на отказ и момента на постъпването на изделието в сервиз, често има значителна стойности¹. Поради което коректната надеждностна оценка изисква тази стойност да бъде отчитана при оценяването на коефициента на готовност, ремонтпригодността и експлоатационната надеждност на изделията. В тази статия се анализират възможностите за коректна оценка на неявните времена, в които електронните изделия са неработоспособни, времената за доставяне на отказалите изделия в сервиза и времената за престой в сервиза на отремонтираните електронни изделия. В резултат на анализа се предлага способ за постигане на по-точно надеждностно оценяване.

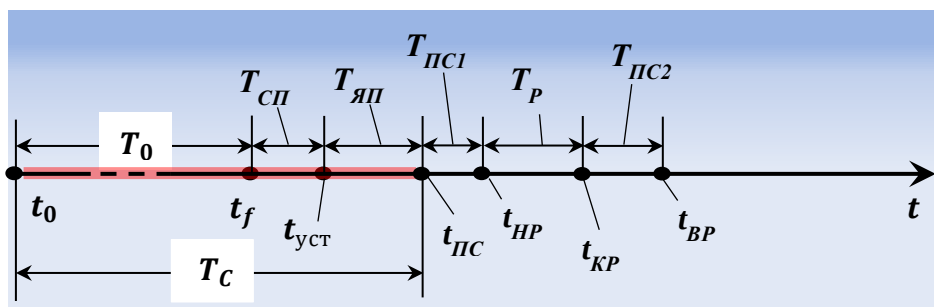
Същност на предлагания подход

Съществуващата в момента практика е, събирането на информация за експлоатационната надеждност на анализирания клас електронни изделия, да се осъществява благодарение на статистическите данни, които се натрупват в сервизните звена. Тази информация касае момента на постъпване на отказалото изделие в сервиз и момента на завършване на неговия ремонт. Ако първият от тези моменти се приеме за момент на настъпване на отказа, това би довело до „изкривяване“ в тълкуването и анализа на статистическата информация за надеждността и грешни стойности на интервалните и точковите оценки на надеждностните показатели. Ефектът би бил още по-негативен, ако моментът на завършване на ремонта на апаратурите се приеме за момент на стартиране на експлоатацията.

Класическата надеждност [1] не предлага подходящ количествен измерител на периода от време, заключен между момента на стартиране на експлоатацията на тези изделия и момента, в който те за първи път попадат в специализирания сервиз за диагностика, ремонт и настройка. Най-близкият по смисъл количествен надеждностен показател е средното време до отказ T_0 , но той не включва два важни, и често значими по стойност, времеви интервали - времето от момента на настъпване на отказ до момента, в който потребителят на уреда установи наличието на отказ, както и времето от момента, в който потребителят на уреда установил наличието на отказ до момента на постъпването на изделието в сервиза. Липсва също така и подходящ количествен измерител на времето от момента на завършване на поредните ремонтно-възстановителни дейности до попадането на изделието отново, за поредния път в сервиза за ремонт или за настройка на параметрите. Най-близкият по смисъл количествен надеждностен показател е средното време между отказите T_{CP} , но и той не включва споменатите по-горе времеви интервали. С други думи, чрез популярните и използвани в класическата надеждност количествени показатели не може да се даде точна и коректна оценка на надеждността на класа електронни изделия, използвани в бита. Очевидна е обективната необходимост от анализиране на възможността за въвеждане на подходящи количествени измерители, които да позволят прецизиране на обработените данни. Намирането и прилагането на нови, по-релевантни количествени оценители на експлоатационната надеждност на този клас електронни изделия би дало възможност да бъде постигната по-коректна точкова оценка и/или интервална оценка на експлоатационната надеждността, което от своя страна би позволило вземането на адекватни решения, касаещи нейното повишаване.

¹ На практика периода от време, заключен между момента на настъпване на отказа в електронната апаратура, и момента на попадането ѝ в сервиз, често е с порядък, два или дори три порядъка по-голям от времето за диагностика и ремонт на изделието.

Семантиката на времеви интервал, заключен от момента на попадане в експлоатация на конкретното изделие от изследвания клас електронни изделия (началния момент на експлоатация t_0) до момента на настъпване на първия отказ t_{f1} е онагледен чрез разработената за целите на анализа времедиаграма - *фиг. 1*.



Фиг. 1. Времедиаграма разграничаваща средното време до отказ и времето до постъпване на апаратурата в сервис, при внезапни откази

Времедиаграмата, изобразена на *фиг. 1*, илюстрира трите компонента, съдържащи се в представения тук нов количествен измерител - „Период от време до първото попадане в сервис“ T_C - времеинтервал, заключен между момента на стартиране на експлоатацията t_0 на конкретното електронно изделие и момента $t_{ПС}$, в който то за първи път постъпва в специализирания сервис за ремонт, настройка и контрол на параметрите:

- периода от време до настъпване на първия отказ, което статистически може да се оцени чрез математическото очакване на тази случайна величина, т.е. чрез популярния в класическата надеждност количествен показател за оценка на безотказността – средно време до отказ T_0 или *MTTF* (*mean time to failure*);
- периода от време, заключен между момента на настъпване на отказ и момента в който потребителят на изделието е установил непригодност за ползване на изделието (установил е пълен (внезапен) отказ или параметричен отказ). Този период от време е логично да бъде наименуван „време на скрит престой“ и на фигурата е обозначен като $T_{СП}$. Този период от време може да бъде с различна големина, и тази негова големина е в пряка връзка с честотата на използване на електронния уред. При по-голяма честота на използването му, стойността на $T_{СП}$ е по-малка и обратно. За нуждите на настоящото изследване на надеждността са разработени и използвани специални анкетни карти, които потребителите на съответното изделие попълват при оставянето на повреденото изделие в сервиса за ремонт. Благодарение на събраната по този начин статистическа информация, чрез статистическа точкова оценка е оценена стойността на нововъведения надеждностен показател.
- периода от време, заключен между момента на констатирането на отказ, и момента, в който потребителят е оставил изделието за ремонт в съответния специализиран сервис. Това е времеинтервал, в който потребителят вече знае, че е възникнал отказ в изделието, но по една или друга субективна или обективна причина не е имал възможност или време да го предаде в сервиса за ремонт. Този период от време тук е наречен „време на явен престой“ на изделието. На фигурата този времеинтервал е обозначен като $T_{ЯП}$. За нуждите на настоящото изследване на надеждността са разработени, анкетни карти, попълвани от потребителя на съответното повредено електронно изделие. С тяхна помощ са натрупани

необходимите за статистиката данни, въз основа на които е изчислена статистическата точкова оценка и на този нововъведен надеждностен показател.

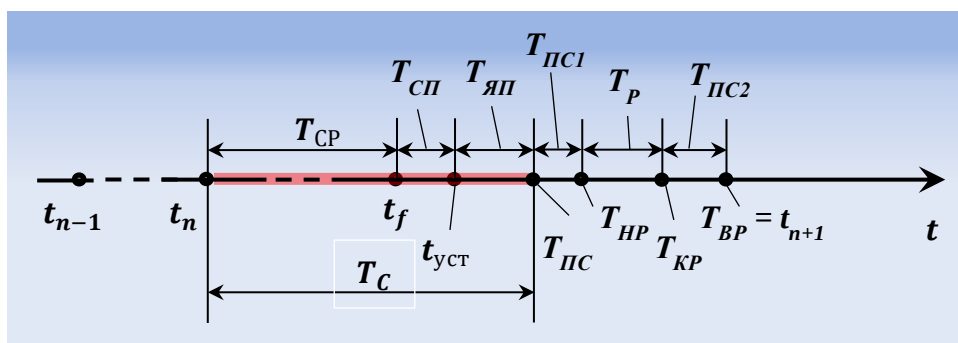
На *фиг. 1* са илюстрирани още три времеинтервала, въведени за нуждите на анализа.

Чрез $T_{ПC1}$ е означен периода от време, заключен между постъпването в сервиза на неработоспособното електронно изделие и стартирането на ремонтните дейности.

Продължителността на самите ремонтни дейности е представена чрез параметъра T_P . Ремонтните дейности се предшества от техническа диагностика за определяне характера на отказа, степента на поражение и локализиране на мястото на повредата. Продължителността на диагностичните дейности T_D би могла също да бъде представена на *фиг. 1* чрез отделен времеинтервал, но в случая, за това изследване е предпочетено неговата продължителност да бъде разглеждана като част от продължителността на ремонтни дейности T_P

Престоят на вече изправното изделие в сервиза до предаването му на потребителя е отразен чрез $T_{ПC2}$. Представената по този начин последователност от случайни събития и величини дава възможност да се прецизира наличната информация и предотвратяване на отъждествяването на наличната информация за T_{CT} с популярния критерий за оценка на безотказността T_0 .

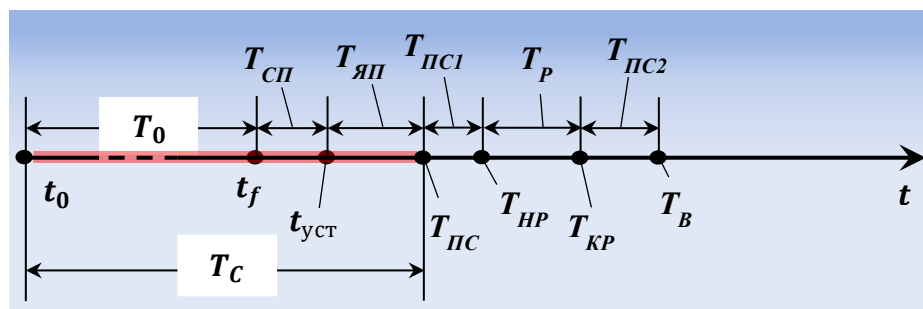
По аналогичен начин на този, показан на *фиг. 1*, може да се представи процесът на възстановяване на работоспособността между $n - 1$ -вия и n -тия отказ; между n -тия и $n + 1$ -вия отказ и т.н. На *фиг. 2* е илюстриран именно този перманентно повтарящ се цикъл от експлоатационния срок.



Фиг. 2. Времедиаграма за разграничаване на средното време между отказите и времето до постъпване на контролно-измервателния уред в сервиз при внезапни откази

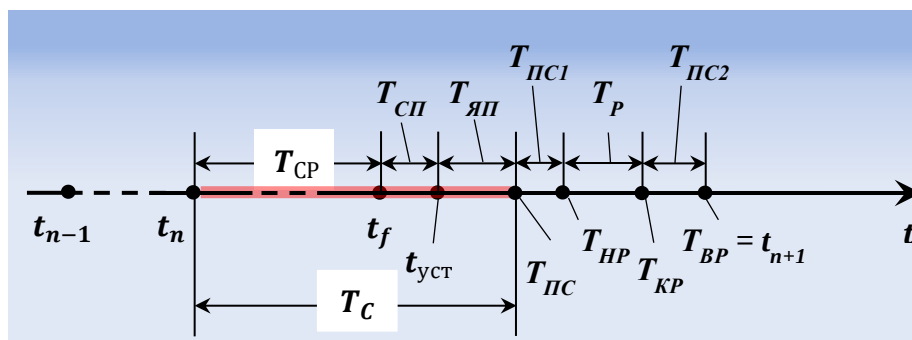
Анализът не би бил коректен и пълен, ако бъдат отразени само внезапните откази, при които потребителят на електронния медицински измервателен уред установява, че е настъпил отказ само тогава, когато електронната апаратура престане да функционира. Практиката показва, че голяма част от донесените за ремонт изделия в сервиза са със силно променени параметри. В тези случаи, в продължение на определен период от време, потребителят е наблюдавал неочаквани от него стойности на измервания параметър (примерно ниска скорост на работа на компютъра, таблета или лаптопа, измерена необичайно ниска или необичайно висока стойност на кръвната захар). И това до момента, в който той е решил да провери измервания параметър с друга изправна аналогична електронна апаратура. Констатирайки разлика в начина на работа или в показанията, потребителят носи в сервиза своята електронна апаратура. Времеите диагра-

ми, илюстриращи параметричните откази в процеса на експлоатация-възстановяване-експлоатация, са представени на *фиг. 3* и *фиг. 4*.



Фиг. 3. Времедиаграма за разграничаване на средното време до отказ и времето до постъпване на контролно-измервателния уред в сервиз, при параметрични откази

В случаите, когато се констатира параметрични откази, времето на скрит престой пре-вишава многократно времето, характерно за скрития престой, характерен за внезапните откази. Статистическата точкова оценка при споменатия тип параметрични откази също е изчислена на базата на данните от разработените анкетни карти, но трябва да се отбележи, че за съжаление тази информация е силно повлияна от интуицията и субективната преценка на потребителите, от усещането им за разминаване на начина на работа на електронното изделие със субективните очаквания за ефекта от използването на това изделие. Що се отнася до останалите времеви интервали, илюстрирани на *фиг. 2*, *фиг. 3* и *фиг. 4*, не съществува значима смислова или формална разлика с тези, показани на *фиг. 1*.



Фиг. 4. Времедиаграма за разграничаване на средното време между отказите и времето до постъпване на контролно-измервателния уред в сервиз, при параметрични откази

При така въведените нови показатели за надеждност, интерпретацията и събраните данни за експлоатационната надеждност на изследвания клас електронни изделия, а също така и анализите на получените резултати, биха били по-точни и напълно коректни.

Експериментални резултати

За целите на експерименталната проверка на адекватността на представените тук аргументи, касаещи въвеждането на специфични количествени показатели за надеждност, са събрани и обработени статистически данни за постъпващите за ремонт персонални

компютри, лаптопи и таблети в сервиза на "Изотсервиз" ООД Варна и в сервиза на "И-СЕРВИЗ" ЕООД Варна.

Сравнени с данните за електронните апарати за измерване на кръвно налягане, обработени и представени в [2], $T_{СП}$ при персоналните компютри, лаптопите и таблетите е с над един порядък по-малка стойност. Това се дължи на значително по-високата интензивност на използването на този вид електронни апаратури. Стойността на $T_{ЯП}$ и $T_{СП2}$ също са с по-ниски стойности (съответно 3,4 и 2,8 пъти) в сравнение тези, представени в [2] за апаратите за измерване на кръвно налягане, което също се обяснява с по-високата интензивност на използването на компютърната техника. Стойностите на $T_{СП1}$ и T_P са параметри, които се определят от сложността на конкретния тип апаратура, нейната индивидуална ремонтпригодност, организацията на работа в сервизното звено, опита и квалификацията на специалистите в сервиза и др. и не са обект на настоящия анализ.

Важно е да се отбележи обаче, че при по-ниска интензивност на използване на битовите електронни апаратури, предлаганите тук специфични времеви критерии за оценка на надеждността, многократно превишават времето за диагностика и ремонт на изделията. Т.е. коректността на получените надеждностни оценки е значително по-висока при порядко използваните битови електронни апаратури, каквито са апаратите за измерване на кръвно налягане.

При ежедневно използваните в бита електронни апаратури, предлаганите специфични времеви критерии за надеждност са съизмерими с времето за тяхната диагностика и ремонт, т.е. прилагането на класическите измерители внася по-малка грешка. И все пак, при необходимост от точна и адекватна информация за експлоатационната им надеждност е препоръчително дори и в този случай да се вземат под внимание стойностите на $T_{СП}$, $T_{ЯП}$ и $T_{СП2}$.

Важно е да се отбележи, че в сервиза на "ИЗОТСЕРВИЗ" ООД Варна и в сервиза на "И-СЕРВИЗ" ЕООД Варна е събрана емпирична информация за абонаментно поддържаната компютърна техника на няколко по-големи фирми, каквито са „Петрол“ и „Топливо“, в които работят сравнително голям брой машини. Стойностите на $T_{СП}$, $T_{ЯП}$ и $T_{СП2}$, при абонаментната поддръжка на компютърната техника при тези фирми, са значително по-малки. $T_{СП}$ има малки стойности, поради режима на постоянна експлоатация на техниката. Размерите на $T_{ЯП}$ и $T_{СП2}$ са сведени до 27,4 минути, благодарение на добрата организация на сервизната дейност в "ИЗОТСЕРВИЗ" и "И-СЕРВИЗ" (бърза реакция при възникнал отказ - за изземване на повредената компютърна техника от потребителя, транспортиране и доставянето ѝ в сервиза, както и незабавната доставка до потребителя, след като са отстранени отказите от апаратурата). Очевидно, предлаганите нови метрики категорично са полезни и ценни за битово използваните електронни изделия, а ефектът от прилагането им при оценката и анализа на експлоатационната надеждност и на ефективността на техническото им обслужване е толкова по-голям [3, 4, 5], колкото е по-ниска интензивността на използване на електронната техника.

References

[1] Беляев Ю. Надежность технических систем. Справочник под редакцията на И. Ушаков. М., Радио и связь, 1985.

- [2] Julia Garipova, Anton Georgiev, Toncho Papanchev. New Time Indices for the Operational Reliability Assessment Regarding Electronic Items. 2021 17-th International Conference on Electrical Machines, Drives and Power Systems ELMA2021, 1 - 4 July 2021
- [3] Георгиев А.С. Нова концепция за повишаване на експлоатационната надеждност на електронни системи. “Аквапринт” ООД, ISBN 978-954-92824-6-7, Варна, 2013.
- [4] Георгиев А.С. Стратегия за техническо обслужване на електронни системи чиито обем и съдържание зависят от усвоената част от техническия ресурс Електронно списание „Компютърни науки и комуникации” брой 1, 2014 г. ISSN: 1314-7846.
- [5] Георгиев А.С. Стратегии за техническо обслужване на електронните системи. Електронно списание „Компютърни науки и комуникации” брой 1, 12.2012 г. стр.58-66. ISSN: 1314-7846
- <http://ojs.bfu.bg/index.php/knk/article/view/37/70> <http://ojs.bfu.bg/index.php/knk/article/view/37>