

ПРОБЛЕМИ СВЪРЗАНИ С НАДЕЖДНОСТТА НА
УПЛЪТНИТЕЛНАТА ТЕЛЕФОННА СИСТЕМА УТС 100
кнн.инж. Антон Славчев Георгиев-гл.ас. ТУ-Варна

In order to estimate the reliability indexes of the so widely used in our telecommunications analogue multiplexing telephone systems УТС 100, halls "High Frequency Installation" Systems study has been carried out in six towns. Reliability data obtained within the scope of 14460 telephone channels having been operated on, a high percentage of channel converters systems failures have been found out. Defined have been the reasons for the low reliability of these blocks. Put forward for consideration is analysis of failure distribution in the separate groups of channel converter elements. Estimated also has been the various building blocks failure density by means of the statistical points estimation and unilateral confidence interval estimation.

За да бъдат оценени надеждностните показатели на широко използвани в нашите телекомуникационни мрежи, аналогови уплътнителни телефонни системи УТС 100, е проведено изследване на системите, работещи в зала "Високочестотни уредби" в градовете София, Бургас, В.Търново, Перник, Благоевград и Смолян. При изследването са събрани и обработени данни за надеждността на 14460 канала. Данните за първите три града са събрани за период от време 10968 часа, данните за Перник и Благоевград са за период 14616 часа, а за Смолян - за период от 17520 часа. Като източник на информация са използвани тетрадките-дневници. Отразени са вида на повредата, мотивите за намеса, вида на отказа, типа и означението на отказания елемент, номера на отказания блок и направлението, в което той е включен. Фиксирани са, както момента от време, в който е заявлена (или се е проявила) повредата, така и момента, в който е завършило възстановяването (или уточняването мястото на повредата - ако тя е извън уплътнителната система) [1,2].

Точки оценки на показателите за надеждност	Градове, в които са проведени изследванията					
	София	Бургас	В. Търново	Перник	Благоевград	Смолян
Tcp ₁ * [h]	116402,5	112429,1	113712	112498,3	111982,9	114112
Tcp ₁₂ * [h]	9697,1	9368,2	9475,7	9372,2	9330,1	9509,1
Tcp ₆₀ * [h]	1937,2	1871,9	1894,7	1873	1	1865,5
Tcp _{всич} * [h]	14,9	58,6	61,1	110	2	116,6
T _в * [h]	0,140	0,151	0,145	0,149	0,150	0,120
T _{пк} * [h]	1080,14	1080,151	1080,145	1080,149	1080,150	1080,12
T _п * [h]	20,69	20,70	20,70	20,70	20,70	20,67
K _f *	0,9964	0,9963	0,9963	0,9963	0,9963	0,9963
K _n *	0,0036	0,0037	0,0037	0,0037	0,0037	0,0037
K _{пк} *	0,993	0,992	0,993	0,992	0,991	0,994
K _п *	0,007	0,008	0,007	0,008	0,009	0,006
P ₁ * (1 год.)	0,9247	0,9221	0,9228	0,9221	0,9218	0,9232
Q ₁ * (1 год.)	0,0753	0,0779	0,077	0,0779	0,0782	0,0768
ω ₀₁ * [1/h]	8,,59.10 ⁻⁶	8,,895.10 ⁻⁶	8,,794.10 ⁻⁶	8,,889.10 ⁻⁶	8,,93.10 ⁻⁶	8,,763.10 ⁻⁶

ТАБЛИЦА 1

Точковите оценки на основните надеждностни показатели на системата са изчислени в съответствие с предложената в [2] методика. Получените стойности са нанесени в таблица 1.

Както е известно, състоянието на оборудването в груповия тракт на УТС100 се следи чрез система за непрекъснат контрол. С помощта на тази система се установява една част от отказите с параметър на потока на отказите $(1-\alpha)\omega$.

Чрез периодичен контрол (система за АРУ) се установява друга част от отказите α - с параметър на потока $\alpha\omega$. Времеинтервала между две поредни контролни дейности на периодичния контрол е със случайна големина, тъй като при регулиране на усилването в трактовете, имащи параметри извън допустимите норми, системата за контрол се задържа за време със случайна продължителност. Освен това и броят на каналите, нуждаещи се от автоматично регулиране на усилването, е случайна величина. От теорията на масовото обслужване е известно, че в случаите, когато контрола се осъществява през случайни по големина времеинтервали и големината на който и да е от тях не зависи от големината на останалите, определянето на математическото очакване на големината на времеинтервалите T_{prov} , заключени между произволно избран момент (в случая-момента на настъпване на случайното събитие "отказ") и момента на следващата проверка се изчислява по формулата:

$$T_{\text{prov}} = \tau (1 - v^2)/2. \quad (1)$$

като се приема, че големината на времеинтервалите между поредните проверки имат разпределение с математическо очакване τ и коефициент на вариациите $v=\sigma(t)/\tau$. Надеждността на уплътнителната система, в периода на нормална експлоатация, се характеризира с ω . $T_{\text{prov}} << 1$. Това неравенство дава основание да се запише израза:

$$T_p \approx T_B + \alpha \cdot T_{\text{prov}} \quad (2)$$

Изразът (2) показва, че за разгледания случай на комбиниран контрол, средното време за престой на оборудването е приблизително равно на времето за престой при периодичен контрол с малък период между проверките.

Ако допуснем, че двете посочени системи (за непрекъснат и периодичен контрол) не са установили наличието на част от отказите, то тази част е от отказите (с параметър на потока $\varepsilon\omega$) би могла да бъде установена, а отказите отстранени, само по време на профилактично обслужване. Следователно, за средното време на престой окончателно може да се запише:

$$T_p \approx T_b + (\alpha - \varepsilon) \cdot T_{prov.} + \varepsilon \cdot T_p / 2 \quad (3)$$

За оценяване на коефициента на престой K_p и коефициента на готовност K_g на системата, отнесени за един канал, е необходимо да бъдат оценени както средното време между отказите на един канал T_{cr1} , така и средното време за престой. Както се вижда от изрази (2) и (3), в случаите, когато съществува "незабавна индикация" за настъпил отказ, стойността на точковата оценка на средното време за престой T_p ще бъде съизмерима със стойността на точковата оценка на средното време за възстановяване T_b .

При направеното изследване бе установено, че каналният преобразувател е блока, в който са регистрирани 92% от отказите на системата. Решаващо значение за осигуряване на висока експлоатационна надеждност на каналните преобразуватели, има работния периодичен контрол, осъществяван от телефонистките. За оценяване значението на този вид контрол ще бъде изследвана следната постановка. В зала "Високо честотни уредби" в разглеждания, случайно избран момент от време, от работен периодичен контрол са обхванати n_k на брой канала. Чрез работен периодичен контрол се установява основната част α' от внезапните откази - с параметър на потока $\alpha' \cdot w$. Интензивността на постъпващите към телефонистката заявки за телефонни разговори означавам с θ , а средната продължителност на едно заемане на канал - с β . Събитието "отказ на канал" от съвкупността n_k , може да бъде установено само след постъпване на поредната заявка за разговор. При това, ако е отказал зает вече канал, то той мигновено се освобождава. Следователно търсената случайна величина е времеинтервала, заключен между момента на настъпване на отказа и момента на постъпване на поредната заявка за разговор. Потока от заявки, постъпващи към фиксиран канал може да се приеме за прост поток от случайни величини. Поради това търсената средна стойност $T_{prov.}$ на въпросния времеинтервал ще бъде равна на половината от времето, заключено между момента на освобождаване на канала и момента, в който се прави опит да бъде зает при поредната заявка за разговор, т.е.:

$$T_{prov.} = (n_k / \theta) - \beta, \quad (4)$$

а средното време за престой, в разглеждания случай ще бъде:

$$T_p = T_b + \alpha' [(n_k / \theta) - \beta] + (1 - \alpha' - \delta) \cdot (T_p / 2). \quad (5)$$

За онази част от каналите, за която работният периодичен контрол липсва, отказите които не могат да бъдат установени чрез непрекъснат контрол имат относителен дял δ , и тези откази ще бъдат открити едва по време на профилактичното обслужване (за индивидуалното оборудване срока на профилактика Тпр при блокова стратегия на техническо обслужване, е три месеца). Приема се, че по време на профилактика, обслужващият персонал отстранява всички откази в каналните преобразуватели. Тъй като при липса на работен контрол на каналите, стойността на параметъра на потока на отказите в тях ω е много по-малка от стойността на интензивността на възстановяванията μ , с достатъчна за практиката точност може да се запише:

$$T_{\text{пп}} \approx T_b + \delta (T_{\text{пр}}/2) \quad (6)$$

Анализът на получените данни от изследването на експлоатационната надеждност на УТС100 показва, че средното време за възстановяване е от порядъка на $0,14h$, частта от отказите α' , откривани чрез работен периодичен контрол е 0,93 (или 93%), средната продължителност на едно заемане на канал от упътнителната система е $0,11h$, а броят на каналите n_k , обхванати от работен периодичен контрол и интензивността на постъпващите заявки за телефонни разговори θ , за различните градове варира в широки граници (например, θ за град София има 54,3 пъти по-висока стойност отколкото за град Смолян).

Резултатите, които се получават с помощта на израз (5) за статистическата точкова оценка на средното време за престой $T_{\text{пп}}$ за всеки от каналите, обхванати от работен контрол са: за град София $T_{\text{пп}} = 0,29h$, за град Бургас $T_{\text{пп}}^* = 0,25h$ (при измервания, направени през летния сезон, характеризиращ се с висока интензивност на заеманията) и $T_{\text{пп}}^* = 0,35h$, (за зимния сезон), за град В. Търново $T_{\text{пп}} = 0,35h$, за град Перник $T_{\text{пп}} = 0,34h$, за Благоевград $T_{\text{пп}} = 0,36h$, за град Смолян $T_{\text{пп}} = 0,39h$. При така получените резултати, коефициентът на готовност за каналите, обхванати от работен периодичен контрол, варира от 0,99999769 (за Бургас, през летния сезон) до 0,99999693 (за Смолян).

Установените причини за големия процентен дял на отказите в каналните преобразуватели са много: голям относителен брой на каналните преобразуватели в структурата на УТС100 (над 50% от общия брой блокове в системата - относителният дял на преобразувателите зависи от това до кое йерархично ниво е развита системата), висока пространствена плътност на монтажа и сложност на схемното решение, широка номенклатура от използвани електронни и електромеханични градивни елементи, директно

влияние на стъпковите телефонни централи върху каналния преобразувател, голям брои профилактични и аварийни контролни измервания и др.

Наименование на отказалия елемент (група елементи)	Означение по лиценз- ната доку- ментация	Означение по БДС	Процент на отказите в разглеждания елемент на каналния преобра- зовател	Процент на отказите в разглеж- даната група елементи на каналния преобра- зовател	λ_{cp}^*	$\lambda_{\bar{r}_{cp}}^*$
Откази в измервателните букси			51,4%	51,4%	$4,166 \cdot 10^{-6}$	$4,545 \cdot 10^{-6}$
Откази в транзисторите:				12,5%		
биполярен транзистор BSS33/BF258/	09	VT9	7,1%		$0,57 \cdot 10^{-6}$	$0,62 \cdot 10^{-6}$
биполярен транзистор 2N2907A	06	VT6	1,9%		$0,16 \cdot 10^{-6}$	$0,175 \cdot 10^{-6}$
биполярен транзистор BFX90	08	VT8	0,7%		$0,056 \cdot 10^{-6}$	$0,062 \cdot 10^{-6}$
полеви транзистор 2N3966	Q5 и Q2Q	VT5 и VT2	1,2%		$0,048 \cdot 10^{-6}$	$0,052 \cdot 10^{-6}$
полеви транзистор 2N3966	Q3 и Q4	VT3 и VT4	1,0%		$0,04 \cdot 10^{-6}$	$0,044 \cdot 10^{-6}$
останалите транзистори	Q1, Q7 и Q10	VT1, VT7 и VT10	0,2%		$0,013 \cdot 10^{-6}$	$0,015 \cdot 10^{-6}$
Откази от механичен характер:				8,4%		
студени спойки			2,9%		$0,23 \cdot 10^{-6}$	$0,251 \cdot 10^{-6}$
нарушен контакт на куплунзите			3,4%		$0,27 \cdot 10^{-6}$	$0,295 \cdot 10^{-6}$
прекъснат печатен проводник			2,1%		$0,17 \cdot 10^{-6}$	$0,185 \cdot 10^{-6}$
Откази в резонаторите				5,4%	$0,42 \cdot 10^{-6}$	$0,46 \cdot 10^{-6}$
Откази в ценеровите диоди BZX46C10	CR1 и CR2	VD1 и VD2	2,1%	4,2%	$0,17 \cdot 10^{-6}$	$0,185 \cdot 10^{-6}$
Откази в ХИС:				5%		
дебелослоен хибриден усилвател	Z19	DA19	0,6%		$0,05 \cdot 10^{-6}$	
дебелослоен хибриден усилвател	Z1	DA1	1,3%		$0,1 \cdot 10^{-6}$	
дебелослоен хибриден усилвател	Z31	DA31	0,7%		$0,056 \cdot 10^{-6}$	
дебелослоен хибриден усилвател	Z16	DA16	1,1%		$0,09 \cdot 10^{-6}$	
дебелослоен хибриден усилвател	Z28	Z28	0,7%		$0,056 \cdot 10^{-6}$	
останалите ХИС			0,6%			
Откази в трансформатори и инд. бобини:				11%		
трансформатор T3	T3	T3				

ТАБЛИЦА 2

За по-подробно анализиране на причините за отказите в този блок е необходимо да бъдат изследвани отказите в различните градивни

елементи. Разпределението на отказите по елементи (и по групи от елементи) е показано в таблица 2. Разграничаването на отказите по елементи (за елементите с най-ниска надеждност) дава възможност при анализа да бъде установено дали отказа се дължи на ниска потенциална надеждност на използванния елемент или на неудачен подбор на елементите за конкретното схемно решение.

В графа 1 на таблица 2 са записани наименованията на елементите (и на групите елементи), представляващи най-голям интерес за надеждността на каналния преобразувател. В таблицата са посочени както означенията на елементите по БДС, така и означенията им в лицензната документация. В графа 6 и 7 са нанесени съответно статистическата точкова оценка на интензивността на отказите и интервалната статистическа оценка на този показател. За изчисляване на статистическите точкови оценки е използван израза (7):

$$\lambda^* = r_i / (N_i \cdot t), \quad (7)$$

където: r_i е броят на отказите в елементите от i -тия вид;

N_i - броят на елементите от i -тия вид;

t - времето за изпитване (за работа) на елементите.

За определяне на горната граница на еднострания доверителен интервал е използван израза (8):

$$\alpha_{ir} = \chi^2(2r_i + 2) / 2N \cdot t. \quad (8)$$

Квантилите на разпределението χ^2 , за различен брой откази, при доверителна вероятност $P=0,9$, са дадени в таблица от приложение M1 на [2]. За оценяване надеждността на резонаторите, посочените изрази, оценяващи интензивността на отказите не са подходящи, тъй като отказите в тези елементи се проявяват като разстройка на резонансната честота и се считат за параметрични.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Пранчов Р., П. Славейков, А. Георгиев. Отчет по договор №353/88 на тема: "Изследване надеждността на уплътнителни телефонни системи UTC100", с ръководител доц. ктн. Р. Пранчов, НИС ТУ-София, С., 1989.
2. Пранчов Р., А. Георгиев. Отчет по договор №184-11/90 на тема: "Оценка на експлоатационната надеждност на UTC100", с ръководител доц. ктн. Р. Пранчов, НИС ТУ-София, С., 1991.