

---

## **НЕТРАДИЦИОННИ ЗАКОНИ НА РАЗПРЕДЕЛЕНИЕ, ИЗПОЛЗВАНИ ПРИ ОБРАБОТКА НА ДАННИ ОТ КОМУНИКАЦИОННО-ИНФОРМАЦИОННА СИСТЕМА**

**Николай Колев, Емилия Димитрова**  
[nkolev65@abv.bg](mailto:nkolev65@abv.bg), [edimitrova@bitex.bg](mailto:edimitrova@bitex.bg)

*Висше транспортно училище “Тодор Каблешков”  
1574, София, ул. „Гео Милев“ № 158  
БЪЛГАРИЯ*

**Ключови думи:** закони на разпределение, комуникационно-информационна система, обработка на данни

**Резюме:** Важен момент от техническата експлоатация на комуникационни системи е изследването на разпределението на оценките от измерваните основни и второстепенни параметри. Това се определя от техническата възможност за измерване, чрез параметри със съответните средства за измерване и възстановяване. В резултат, средната стойност на оценките на параметрите се явява функция от продължителността или периода на техническа експлоатация. Аналогично на този процес, оценките от измерванията на дисперсията и средно-квадратичното отклонение са функция от периода на техническа експлоатация. В настоящия доклад е изследвано реалното експлоатационно разпределение на чувствителността на приемника и мощността на предавателя на комуникационно-информационната система ALAN.

При контролни измервания, вследствие на неизбежния процес на стареене, текущите стойности на проверяваните параметри на комуникационната система (КС) се изменят непрекъснато около някаква средна стойност в напречен разрез на времето. Вследствие на това проверяваните параметри са функции от времето на техническата експлоатация. Поради аналогични процеси в използваните средства за измерване, с които се контролират съответните радио технически средства (РТС), дисперсията на относителната грешка на всяка периодична серия от контролни измервания и средно квадратичното отклонение са също функции от текущото време на експлоатация. В този смисъл, в настоящото приложение се предлага изследване на разпределението на конкретни данни за комуникационни системи в напречен разрез на текущото време за техническа експлоатация.

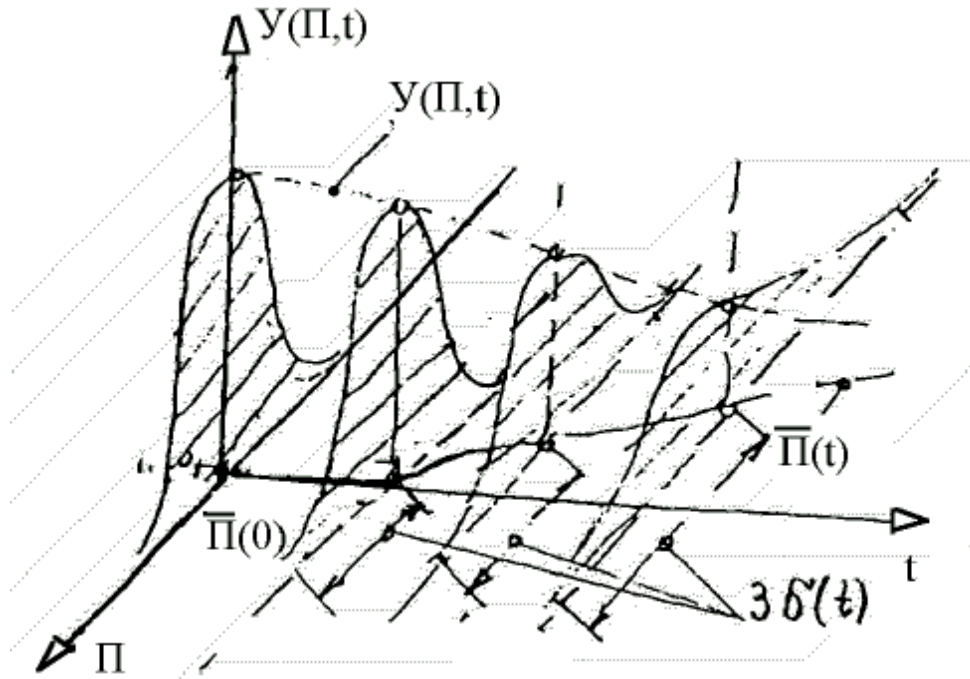
### **ВЪВЕДЕНИЕ**

Съгласно теорията на грешките, законът на разпределение на измерените стойности на параметъра  $P_j$  за всяка серия периодични контролни измервания (в напречен разрез) удовлетворително се апроксимира от нормалния закон на разпределение. С отчитане на времевата зависимост на  $\bar{P}$  и  $\sigma$  от текущото време  $t$  този закон има вида:

$$(1) \quad Y(\Pi, t) = \frac{1}{\sigma(t)\sqrt{2\pi}} \cdot \exp\left\{-\frac{[\Pi(t) - \bar{\Pi}(t)]^2}{2\sigma^2(t)}\right\},$$

където:  $Y(\Pi, t)$  е плътността на разпределение на измерените стойности на параметъра  $\Pi(t)$  [1].

Плътността на разпределението  $Y(\Pi, t)$  на контролирания параметър  $\Pi(t)$  с променливи във времето  $\bar{\Pi}(t)$  и  $\sigma(t)$  има теоретичен вид, показан на фиг.1.



Фиг.1. Теоретична плътност на разпределение  $Y(\Pi, t)$  на измерените стойности на параметъра  $\Pi(t)$

Във връзка с изследване на времевата (в напречен разрез) диференциална структура на изменение на номиналите на параметрите и доверителните интервали на разсейване на измерените стойности за всяка серия поредни измервания в процеса на експлоатация и тяхното прогнозиране, в настоящия доклад е предложен алгоритъм за декомпозиране на плътността на разпределение от уравнение (1).

### ДЕКОМПОЗИРАНЕ НА ПЛЪТНОСТТА НА РАЗПРЕДЕЛЕНИЕ

Алгоритъмът за декомпозиране на плътността на разпределение от уравнение (1) се базира на следните интерполационни съотношения:

$$(2) \quad \bar{\Pi}(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \cdot \left[ \frac{\sum_{i=1}^n \Delta t_i \cdot \bar{\Pi}_i(\Delta t_i)}{\sum_{i=1}^n \Delta t_i} \right],$$

$$(3) \quad \sigma(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \cdot \left[ \frac{\sum_{i=1}^n \Delta t_i \cdot \sigma_i(\Delta t_i)}{\sum_{i=1}^n \Delta t_i} \right],$$

$$(4) \quad \sum_{i=1}^n \Delta t_i = T_{\Sigma TE},$$

където:  $\bar{\Pi}_i(\Delta t_i), \sigma_i(\Delta t_i)$  са номинални (средни) стойности на параметъра  $\Pi(t)$  и неговото СКО - средно квадратично отклонение за  $i^{ma}$  серия контролни измервания;

$T_{\Sigma TE}$  - сумарно време за техническа експлоатация (ТЕ) в интервала на наблюдение [2, 3].

При реализирането на декомпозиции (2) и (3) всяка една от функциите  $\bar{P}_i(\Delta t_i)$ ,  $\sigma_i(\Delta t_i)$  от формула (1) се представя, чрез холоморфни функции на времето от полиномиален тип [3]:

$$(5) \quad \bar{P}(t) = a_0 + a_1.t + a_2.t^2 + \dots + a_r.t^r, \\ \sigma(t) = b_0 + b_1.t + b_2.t^2 + \dots + b_s.t^s,$$

където:  $a_0, a_1, a_2, \dots, a_r, b_0, b_1, b_2, \dots, b_s$  представляват постоянни коефициенти, определени от системи алгебрични уравнения съответно по отношение на  $\bar{P}(t), \sigma(t)$  по априорно известни статистически координати  $\Pi_k, t_k$  ( $k = 1, 2, \dots, r$ ),  $\sigma_m, t_m$  ( $m = 1, 2, \dots, s$ ) [4].

Степените на полиномите (5) се определят от условията:

$$(6) \quad a_{r+1}.t^{r+1} \leq 10^{-2} \cdot [\bar{P}(t) - a_{r+1}.t^{r+1}], \\ b_{s+1}.t^{s+1} \leq 10^{-2} \cdot [\sigma(t) - b_{s+1}.t^{s+1}].$$

Тези условия осигуряват незначимост от втори ред, съответно на  $(r+1), (s+1)$  членовете. Замествайки функциите  $\bar{P}(t), \sigma(t)$  от уравнения (5) в уравнение (1), се получава **нетривиално параметрично разпределение**, зависещо от времето на техническата експлоатация. В литературата това разпределение е изследвано за елементарен случай  $\bar{P}(t) = a_0 + a_1.t$ .

Нека да се извърши изследване на това разпределение при  $\bar{P}(t)$ , имащо по-сложен общ вид (5) и произволна апроксимираща функция за  $\sigma(t)$ . При тези условия уравнение (1) се преобразува в следния вид:

$$(7) \quad Y(\Pi, t) = \frac{1}{\sigma(t)\sqrt{2\pi}} \cdot \exp\left\{-\frac{\Pi^2 - 2\Pi\bar{P}(t) + (\bar{P}(t))^2}{2\sigma^2(t)}\right\},$$

Логаритмува се равенство (7) и се извършват съответните математически преобразувания, при което след антилогаритмуване се получава :

$$(8) \quad Y(\Pi, t) = \frac{1}{\sigma(t)\sqrt{2\pi}} \cdot \exp\left\{-\frac{1}{2\sigma^2} \sum_{k=0}^r (\Pi - a_k t_k)^2\right\} \cdot \\ \cdot \exp\left\{-\frac{1}{\sigma^2} \sum_{i=0}^{r-1} \sum_{k=i+1}^r a_i a_k t^{i+k}\right\} \cdot \exp\left\{\frac{(r-1)}{2\sigma^2} \Pi^2\right\}.$$

Уравнение (8) може да се представи в обобщен вид:

$$(9) \quad Y(\Pi, t) = \frac{1}{\sigma(t)\sqrt{2\pi}} \cdot \prod_{k=0}^r \exp\left\{-\frac{(\Pi - a_k t^k)^2}{2\sigma^2}\right\} \cdot \\ \cdot \prod_{i=0}^{r-1} \prod_{k=i+1}^r \exp\left\{-\frac{a_i a_k t^{i+k}}{2\sigma^2}\right\} \cdot \exp\left\{\frac{(r-1)}{2\sigma^2} \Pi^2\right\}.$$

Уравнение (9) представлява **нетривиално параметрично разпределение**, явяващо се в напречен разрез функция на времето на техническата експлоатация на съответната рискова техническа система [5-7]. Разсейването на стойностите му в доверителния интервал с вероятност по-голяма или равна на 0,9973 е  $\pm 3\sigma(t)$ .

За изследване на уравнение (9) за закон на разпределение, то се представя във вида:

$$(10) \quad Y(\Pi, t) = \frac{1}{\sigma(t_m + T_{II})\sqrt{2\pi}} \cdot \prod_{k=0}^r \exp \left\{ -\frac{(\Pi - a_k(t_m + T_{II})^k)^2}{2\sigma^2} \right\} \cdot \prod_{i=0}^{r-1} \prod_{k=i+1}^r \exp \left\{ -\frac{a_i a_k (t_m + T_{II})^{i+k}}{2\sigma^2} \right\} \cdot \exp \left\{ \frac{(r-1)\Pi^2}{2\sigma^2} \right\},$$

където е въведен периодът  $T_{II}$  на техническо използване на РТС.

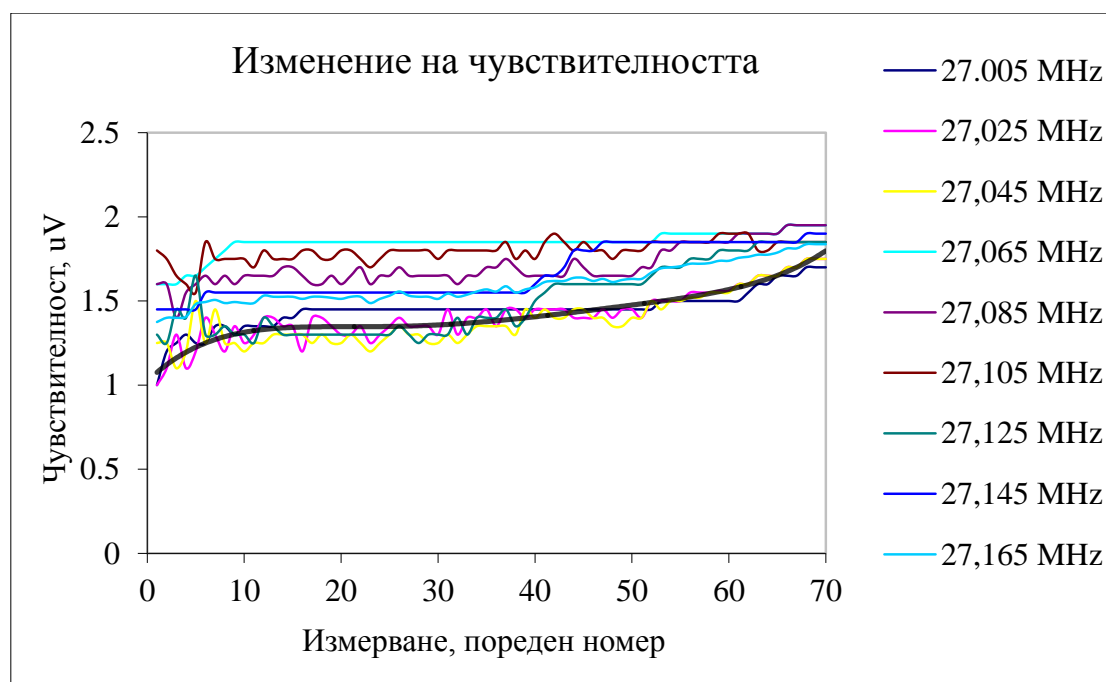
Изследването на (10) се извършва, чрез програма „Mathematics”, при което се получава разпределението в напречен разрез на параметъра  $Y(\Pi, t)$  [7].

### ИЗСЛЕДВАНЕ НА КОМУНИКАЦИОННО – ИНФОРМАЦИОННА СИСТЕМА ALAN

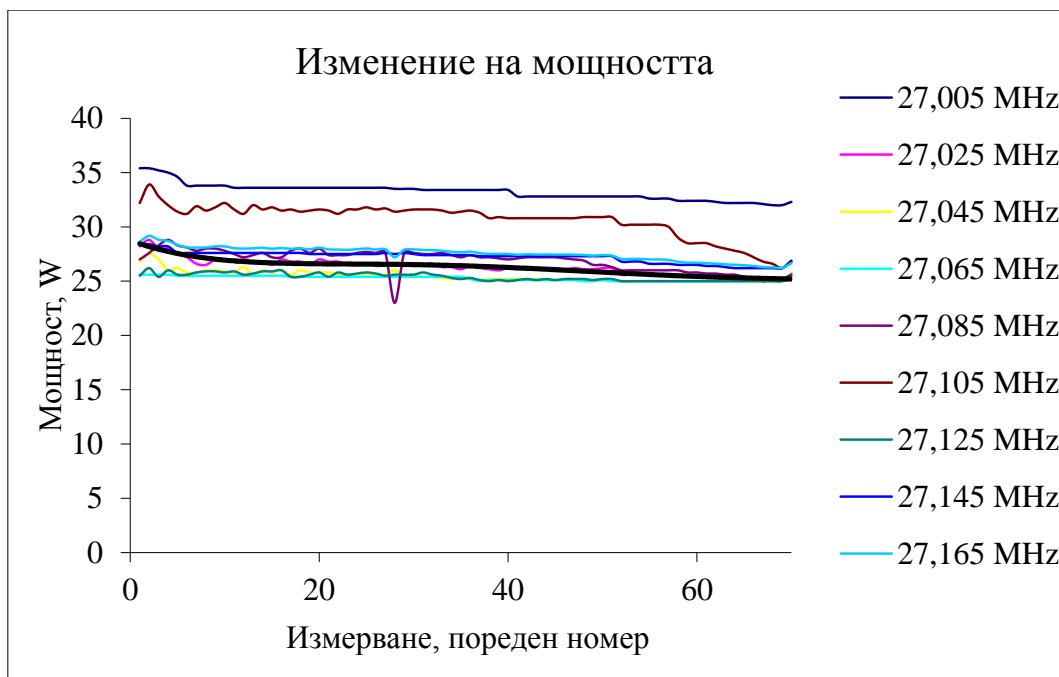
Техническата експлоатация на комуникационно-информационната система ALAN е започнала през 2010 г. Тя е била монтирана в радио информационен център. Изменението на чувствителността на приемника и мощността на предавателя е показано на фиг. 2 и фиг. 3. По технически данни разглежданата система ALAN има честотен диапазон (27.005-27.165)MHz. Чувствителността на приемника е не по-малка от 3μV. Мощността на предавателя на комуникационно-информационната система ALAN е не по-малка от 4W при наличие на съответната антенно-фидерна система за излъчване на електромагнитна енергия в околното пространство.

Изследванията пореден номер 0 са започнали в началото на 2010 г. , пореден номер 10 съответства на началото на 2011 г., пореден номер 20 - на началото на 2012 г., пореден номер 30 - на началото на 2013 г., пореден номер 40 - на началото на 2014 г., пореден номер 50 - на началото на 2015 г. и пореден номер 60 - на началото на 2016 г.

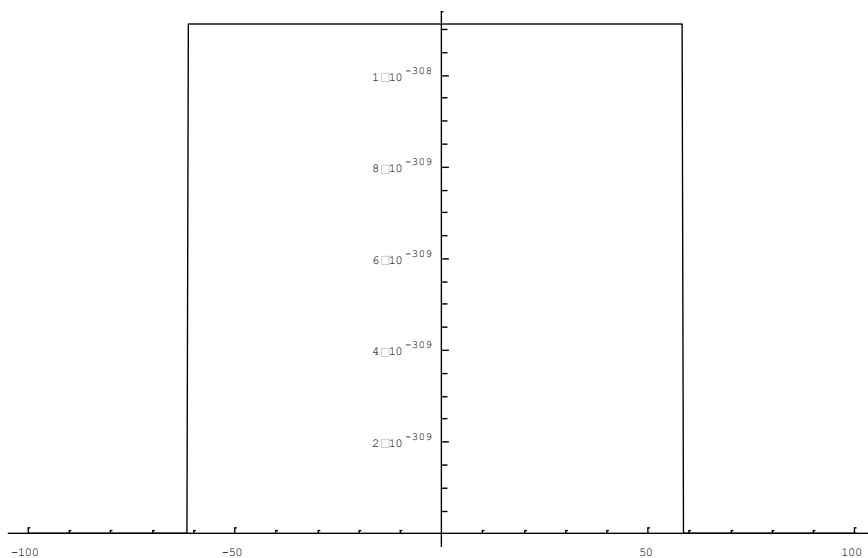
На Фиг. 4 е показано реално експлоатационно разпределение на мощността на предавателя на комуникационно-информационната система ALAN около нейната номинална стойност, определена от производителя.



Фиг.2. Изменение чувствителността на ALAN при измервания, провеждани в продължение на 6 години (2010 – 2016 г.)



Фиг.3. Изменение мощността на радиостанция ALAN при измервания, провеждани в продължение на 6 години (2010 – 2016 г.)



Фиг. 4. Реално експлоатационно разпределение на мощността на предавателя на ALAN около нейната номинална стойност, определена от производителя

## ИЗВОДИ

1. Получен е *нетривиален параметричен закон на разпределение* от измервания на параметри на технически системи с отчитане на еволюциите на номиналните стойности и техните средно квадратични отклонения.

2. Изследвано е реалното експлоатационно разпределение на мощността на предавател на комуникационно-информационната система ALAN, монтирана в радио комуникационен център.

3. От реалното експлоатационно разпределение на мощността на предавателя на комуникационно-информационната система може да се направи извод за много добри надеждностни характеристики в процес на техническа експлоатация.

## ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Петров Н.И., Эксплоатационна надеждност на рискови технически системи, Ямбол, 2002
- [2] Романов А.И., Основы теории телекоммуникационных сетей, Киев, 2002
- [3] Петров Н.И., Надеждности изследвания на рискови технически системи, Ямбол, 2006
- [4] Петров Н.И., Надеждности изследвания на рискови технически системи, Ямбол, 2007
- [5] Dimitrova E., V. Dimitrov, Contemporary Trends for Increasing the Reliability of the SCADA systems Communication Level, 51<sup>st</sup> International Scientific Conference ICEST 2016, Ohrid, Macedonia, June 28 - 30 2016, Proceedings, ISBN 978-9989-786-78-5, pp. 115-118
- [6] Dimitrov V., Methodology of study of sensors specific to contemporary electric vehicles, Acad, journal "Mechanics, Transport, Communications", ISSN 1312-3823, Vol. 12/1, 2014, art. ID:933
- [7] Петров Н.И., Нетривиални закони на разпределение, използвани при стохастична обработка на данни от летателни апарати, НС на ВВМУ „Вапцаров“, ISSN 1310-9278, 2003

## NON-TRADITIONAL DISTRIBUTION LAWS USED IN COMMUNICATION AND INFORMATION SYSTEMS DATA PROCESSING

Nikolay Kolev, Emiliya Dimitrova  
[nkolev65@abv.bg](mailto:nkolev65@abv.bg), [edimitrova@bitex.bg](mailto:edimitrova@bitex.bg)

*Todor Kableshkov University of Transport – Sofia*  
*158 Geo Milev Str., Sofia 1574,*  
*BULGARIA*

**Key words:** *distribution laws, data processing, communication and information system*

**Abstract:** *An important accent in the technical exploitation of communication systems is the study of the distribution of estimates of the basic and secondary parameters measured. This is determined by the technical feasibility for measurement through parameters with the appropriate measuring and recovery tools. As a result, the average value of the parameter estimates appears to be a function of the duration or period of technical exploitation. Similarly to this process, dispersion measurement estimates and the medium quadratic deviation appear to be a function of the period of technical exploitation. The current paper contains a study of the actual operational distribution of receiver sensitivity and transmitter power of the ALAN communication and information system. Control measurements show that, as a result of the inevitable wearing out process, the current values of the CS parameters are continuously changing around a certain average value in a cross section of time. The conclusion is that the parameters checked are functions of the technical operation time. Due to analogous processes in the measuring instruments used to control the relevant PTC, the dispersion of the relative error in each periodic series of control measurements, as well as the medium quadratic deviation, appear to be functions of the current operation time. In the above context, this paper is a study of the distribution of specific communication system data in a cross-section of the current time for technical exploitation.*