



АНАЛИЗ НА ШУМОУСТОЙЧИВОСТТА НА АСИНХРОННИ АДРЕСНИ КОМУНИКАЦИОННИ СИСТЕМИ ПРИ ВЪЗДЕЙСТВИЕ НА СТРУКТУРНИ СМУЩЕНИЯ

Радостина Христова

adi_veni@abv.bg

*Висше транспортно училище „Тодор Каблешков”, бул. Гео Милев 158, София
БЪЛГАРИЯ*

Ключови думи: радиокомуникации, кодово разделяне на каналите, асинхронни адресни мрежи.

Резюме: Асинхронните адресни мрежи за връзка с кодово разделяне на каналите са най-прогресивните технологии в развитието на комуникациите. Наличието на структурни (взаимни) смущения в тях е най-характерна особеност на дадените системи и тя е заложена в принципа на тяхното построяване. Стойността на структурните смущения не зависи от енергийните възможности на системата, увеличаването на мощността на предавателите не понижава нивото на техните взаимни смущения относно полезния сигнал, тъй като с нарастването на мощността на полезния сигнал едновременно нараства и нивото на смущаващите сигнали. Ето защо изследването на възможните методи за понижаване на нивото на взаимните смущения е една от най-актуалните и не решени в своята цялост задачи на комуникационната теория.

Във предложената статия на базата на синтезиран математичен модел на взаимните смущения са изведени количествени отношения, определящи в общ случай параметрите от които зависи шумоустойчивостта на асинхронните адресни системи с отчитане въздействието на взаимни смущения.

В публикацията са анализирани условията при които предложените изрази са валидни и е оценена тяхната достоверност при сравняването им с резултати от други литературни източници и изследвания

1. Увод

В асинхронните адресни комуникационни системи с кодово разделяне на сигналите, абонатските сигнали се припокриват по случаен начин във времето и се предават в обща честотна лента [1]. На входа на приемника на всеки абонат въздейства сума на сигналите:

$$\sum_{j=1}^{l_a} u_j(t)$$

един от които е адресния (полезния) за даден абонат, а останалите $(l_a-1)=l_\mu$ са смущаващи, при налична комуникационна мрежа $l_a \gg 1$, $l_\mu = l_a$. Тези смущаващи

сигнали, наричани структурни са отличителна особеност на асинхронните адресни системи и са резултат от основния принцип на изграждане на мрежи с кодово разделяне на каналите. Когато броя на структурните смущения е достатъчно голям, което се използва в практиката, тогава въз основа на централната гранична теорема в теория на вероятностите, сумата от структурните смущения се приема за нормален и стационарен случаен процес. Въз основа на посочените допускания, шумоустойчивостта в специализираната литература се определя както следва [1,2,3]:

Абонатите в комуникационната мрежа предават двоична информация в обща честотна лента F . Броя на активните абонати е l_a . Ако обозначим броя на абонатите, създаващи структурни смущения с $l_\mu=l_a-1$, то мощността на входа на приемника е:

$$(1) \quad P_{s. \pi} = \sum_{j=1}^{l_\mu} P_j$$

За спектралната плътност на мощността може да се запише:

$$(2) \quad N_{в. \pi} = \frac{P_{s. \pi}}{F} = \frac{1}{F} \sum_{j=1}^{l_\mu} P_j$$

Тогава може да се въведе отношението сигнал/шум.

$$(3) \quad h^2 = \frac{E}{N_{см}}$$

където E е енергията на сигнала, а $N_{см}$ е спектралната плътност на смущението. Израз (3) напълно характеризира шумоустойчивостта при приемане на дискретна информация на фона на нормален случаен процес с равномерна спектрална плътност на мощността. Ако дължината на сигналите е равна на $T_u = T$, а мощността на полезния сигнал е $P_{ср}$, то $E = P_{ср} \cdot T$. Тогава, когато поставим тази стойност в (3) и вземем в предвид (2), т.е. $N_{\pi} = N_{в. \pi}$, то може да се определи отношението сигнал/структурно смущение както следва:

$$(4) \quad h_{s. \pi} = \frac{P_c}{\sum_{j=1}^{l_a} P_j} \cdot V_{\pi}$$

където $V_{\pi} = F_u T_u$ е базата на използваните сигнали.

Следователно, шумоустойчивостта се определя през отношението на енергийните бази на сигналите V_{π} и броя на смущаващите абонати активни в мрежата l_μ . Колкото е по голям броя на активните абонати, толкова е по високо нивото на структурните смущения и по ниска шумоустойчивостта. Този извод, известен в специализираната литература като „енергиен“ подход за анализ на структурните смущения, създава впечатление, че изборът на формата на сигналите не влияе върху шумоустойчивостта. Своевременно, обаче радиомрежите с кодово разделяне на сигналите се основава на различието на сигналите по форма. Това обстоятелство би трябвало да се отчита при анализ на шумоустойчивостта и то определя целта на настоящата статия.

2. Теоретично-вероятностен подход за определяне на структурните смущения.

Нека да разгледаме радиокомуникационна система, използвайки абонатски сигнали със скокообразно изменение на носещата честота [1]. Всяка единица двоична информация

от един абонат се предава през сложен сигнал с дължина T , който едновременно е негов адрес [1,2].

Сигналите (адресите) на другите абонати се отличават във съответствие със закона за формиране, определен от използваната псевдослучайна (кодова) последователност в предавателя и приемника. Сигналът на j -тия абонат може да се запише във вида:

$$(5) \quad u_j(t) = \sum_{k=1}^N U \alpha_{\alpha}(k) \cdot u(t - kT_0) \cos \frac{2\pi}{T_0} \alpha(k) \cdot t$$

За конкретност да предположим, че предаването на информация е с противоположни сигнали ± 1 .

Едновременно работят l абонати, т.е. $j=1, 2, \dots, l$. Тогава последователността от сигнали на j -тия абонат се представя чрез сумата:

$$(6) \quad \sum_p \zeta_{pj} \sum_{k=1}^N U \cdot \alpha_{\alpha}(k) u(t - kT_0 - pT) \cos \frac{2\pi}{T_0} \alpha(k) \cdot (t - pT)$$

където p е номера на сигнала $\zeta_{kj} = \pm 1$ са информационните символи α_j е времето отместване, отчитащо случайността на включване на абонатите в мрежа относно един спрямо друг.

Приемника на m -тия абонат съдържа филтър, съгласуван с m -тия сигнал (5), който за него е работен (полезен) сигнал. Сигналите от другите абонати, определят структурните смущения, за който филтъра на приемника не е съгласуван със смущаващия. При въздействие на входа на приемника на работния сигнал, напрежението на изхода му ще се определя с корелационната функция на работния сигнал, а при въздействие на j -тия смущаващ сигнал ($m \neq j$) от взаимокорелационната функция на j -тия и m -тия сигнали. Тогава за напрежението на изхода на съгласувания филтър може да се запише:

$$(7) \quad U_{\text{изх}}(t) = \alpha E \sum_{j=1}^l \sum_{k=-\infty}^{\infty} \zeta_{kj} R_{jm}(t - pT - \alpha_j) \cos \left[\frac{2\pi}{T_0} (t - pT - \alpha_j + \alpha_j m (t - kT - \alpha_j)) \right]$$

Тук α е постоянна величина, E е енергията на сигнала R_{jm} е обвивката на автокорелационната функция на j -тия и m -тия сигнали. $\alpha_j m(t)$ фаза на автокорелационната функция. Тогава когато комплексната обвивка на сигнала (5) е:

$$(8) \quad \begin{aligned} U_j(t) &= U(t) \exp[i\theta(t) + ij\Delta\omega t] \text{ , то} \\ R_{jm}(t) &= \frac{1}{2E} \left| \int U_j(t_1) \cdot \dot{U}_m(t_1 - t) dt_1 \right| \cdot \beta \end{aligned}$$

Ако сигналът на изхода е работния, т.е. $j = m$, то

$$(9) \quad R_{mm}(t) = R(t) = \frac{1}{2E} \left| U_m(t_1) \dot{U}_m(t_1 - t) dt_1 \right|$$

при което $R_{\max} = R(0) = 1$.

Получените изрази (7-9) дават възможност да се определи нивото на структурните смущения.

3. Изводи

При поставянето на асинхронни адресни системи и мрежи с кодово разделяне на каналите, на всеки абонат е необходимо да се присвои адресен сигнал. Естествено присвояване при избора на адресни сигнали е еднаквата шумозащитеност на различните абонати в мрежата. Ако всички адресни сигнали имат еднакви енергийни бази B_u , то абонатите ще имат еднаква шумозащитеност по отношение на съсредоточени теснолентови и импулсни съобщения. Обаче съществена особеност на този тип мрежи е наличието на структурни смущения. Както показват получените в статията резултати, за да притежават абонатите еднаква шумоустойчивост относно структурни смущения, е необходимо адресните сигнали да имат еднакви взаимокорелационни свойства.

Следователно, избора на адресни сигнали системи и мрежи с разширен спектър трябва да имат не само равни енергийни бази B_u , но и еднакви взимокорелационни свойства.

Литература:

- [1] Андонов А. Радиокommunikационни системи със специално предназначение, ВТУ „Т.Каблешков“, монография, 300стр. 2009г. ISBN 978 934 12 1.
- [2] Борисов В.И. Помехозащищенность систем радио связи с расширением спектра: М. Радио связи 2003г., 600стр. ISBN-5-256-016-5.
- [3] Sklar B. Digital Communications, University of California, Los Angeles, 2003, 1050стр.

ANALYSIS NOISE IMMUNITY ASYNCHRONOUS ADDRESS COMMUNICATION SYSTEMS UNDER THE IMPACT OF STRUCTURAL DISTURBANCES

Radostina Hristova

adi_veni@abv.bg

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

Key words: *radiocommunications, code division of channels, asynchronous address networks.*

Abstract: *Asynchronous network address to connect to the code division multiplexing are the most advanced technologies in the development of communications. The presence of structural (mutual) disturbances in them is the most characteristic feature of the given systems and it lies in the principle of its construction. The value of structural interference does not depend on the energy options of the system, increasing the power of the transmitters not lowers their mutual interference on the useful signal, as with the growing power of the useful signal at the same time increasing the level of disturbing signals. That's why research into possible ways of reducing the level of mutual interference is one of the most current and solved in its entirety tasks of communication theory.*

In the proposed article based on synthesized mathematical model of mutual interference are derived quantitative relations that in general case the parameters which determine the noise tolerance of asynchronous address systems reporting the impact of mutual interference.

In the publication are analysed the conditions under which the proposed expressions are valid and is appreciated their credibility when comparing them with the results of other literary sources and research.