



АКАДЕМІЯ ТЕХНІЧНИХ НАУК УКРАЇНИ

V Міжнародна науково-практична конференція

**ПРИКЛАДНІ НАУКОВО-
ТЕХНІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ**

5-7 квітня 2021

Івано-Франківськ

**АКАДЕМІЯ ТЕХНІЧНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ МОДЕРНІЗАЦІЇ ЗМІСТУ ОСВІТИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
CONNECTIVE TECHNOLOGIES LTD (ВЕЛИКОБРИТАНІЯ)**

ПРИКЛАДНІ НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

APPLIED SCIENTIFIC AND TECHNICAL RESEARCH

Матеріали V міжнародної науково-практичної конференції
(5-7 квітня 2021 р.)

Видавець Кушнір Г. М.
Івано-Франківськ – 2021

УДК 60
ББК 30
П 75

ПРИКЛАДНІ НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ
Матеріали V міжнародної науково-практичної конференції

Голова оргкомітету:

Кузь М.В. – доктор технічних наук, президент Академії технічних наук України, професор кафедри інформаційних технологій Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, м. Івано-Франківськ.

П 75 **Прикладні науково-технічні дослідження** : матеріали V міжнар.
наук.-прак. конф., 5-7 квіт. 2021 р. – Академія технічних наук
України. – Івано-Франківськ : Видавець Кушнір Г. М. – 2021. –
436с

ISBN 978-617-7926-12-1

УДК 60

У збірнику надруковано матеріали V міжнародної науково-практичної конференції «Прикладні науково-технічні дослідження».

Для студентів, аспірантів, викладачів ЗВО та наукових організацій.

ISBN 978-617-7926-12-1

© Авторський колектив, 2021.

Method of correlation reception of ultra-wideband information signals

Karyna Trubchaninova

*Ukrainian State University of Railway Transport
Kharkiv, Ukraine*

I. INTRODUCTION

The extraction of the useful signal against the background of noise is carried out by correlating the received and reference signals. The correlator performs convolution of the received signal with the reference one. It is an ideal detector for determining the time shifts of the received pulses relative to the reference. So, when the unit is received, the correlation function is +1, and when it is 0, it takes on the value -1. In any other cases, the correlation function is 0. Accumulation of a certain number of ultra-short pulses in the receiver's correlator, encoding each of the information bits, makes it possible to significantly increase the signal-to-noise ratio, providing the ability to transmit information in a wide frequency range significantly below the white noise level, while ensuring the requirements for noise immunity of mobile devices.

II. ANALYSIS OF RESEARCH AND PUBLICATIONS

A known method of receiving a signal against a background of noise [1] is that a mixture of signal and noise is fed to a series-connected optimal linear filter, which is matched with the spectrum of the received signal, a threshold device and a device to be solved. The optimal linear filter provides the maximum signal-to-noise ratio at the input of the threshold device, which gives a decision on the presence of an information signal at the input of the receiving device when a given threshold voltage is exceeded, the level of which is selected according to one of the known criteria, and feeds it to the device to be solved, which carries out identification information signal. The mentioned method ensures the reliability of receiving the information signal against the background of noise and depends only on the signal energy. It ensures the highest possible signal reception reliability due to the significant excess of the signal noise level. The main disadvantages of the known method is the lack of reliability of signal reception against the background of noise at low signal-to-noise ratios.

III. PRESENTATION OF KEY MATERIAL

Partial elimination of this drawback becomes possible due to the use of ultra-wideband signals, when the signal spectrum width exceeds the noise spectrum width [2]. In this case, ultra-wideband (UWB) signals are signals for which the relation is fulfilled $B = F_C T_C \gg 1$, where B, F_C, T_C – is the base of the signal, the width of its spectrum and the duration of the signal, respectively. The UWB signal is a pulse radiation of constant amplitude and duration T , the information coding of which is carried out by a time shift relative to the reference pulse for a time T_1 when encoding «1», and T_0 when encoding «0», and the amount of the shift does not exceed a quarter of the duration of the reference pulse T . The received binary coherent signal is observed over the observation interval $[0, T]$, and depending on the time shift value T_1 or T_0 the identification of the received signal is carried out against the background noise by coherent reception, based on an accurate knowledge of the temporal location of the transmitted binary signal. Due to the limited observation interval, the width of the noise spectrum decreases, and the use of UWB information signals makes it possible to fulfill the conditions for exceeding the signal spectrum bandwidth of the noise bandwidth, which increases the reliability of determining the binary signal [3]. However, when receiving weak signals, when the noise level is equal to or

exceeds the level of the useful signal at the receiver input, the reliability of the received information is significantly reduced.

The implementation of the proposed method of correlation reception of UWB signals is achieved through the use of new information features that allow the conditions of the Slepian D. theorem to be fulfilled due to nonlinear processing of the additive mixture of signal and noise. Since the identified information signal is possible for any small signal-to-noise ratio, the implementation of the proposed method is an urgent task, the solution of which is as follows. The mixture of signals and noise is sequentially fed to the input of the digital filter, from the output of which the signal in the form of the sum of the transmitted UWB signal and the spectrum-matched Gaussian interference is fed to the digital spectrum analyzer, where the power spectra of the received UWB signal and noise are calculated during the duration T of one information symbol, the ratio which determines the signal-to-noise ratio. Arrays of digital samples formed at the output of the spectrum analyzer are fed to the input of a digital Fourier processor, which performs a fast inverse Fourier transform and calculates the modules of complex autocorrelation functions, according to which the information correlation peaks have a time shift T_1 or T_0 , according to the stream of binary bits «0» or «1». The influence of noise causes an increase in random emissions for the autocorrelation function, which leads to an increase in the error in recovering the transmitted binary information and reduces the value of information peaks with time shifts T_1 , T_0 . Therefore, the device to be solved calculates the ratio of the likelihood functions, the logarithm of the ratio of which has the form:

$$\ln l(u) = \frac{E_1 - E_0}{N_0} + \frac{2}{N_0} \int_0^T u(t) [s_1(t) - s_0(t)] dt, \quad (1)$$

where E_1 and E_0 – signal energies $s_1(t)$ and $s_0(t)$ accordingly; T – signal duration; N_0 – spectral density of additive noise; $s(t)$ – transmitted signal; $u(t)$ – received signal.

Usually $E_1 = E_0$, but their probability $p = 0.5$.

Taking this ratio into account, the integral is calculated:

$$q = \frac{2}{N_0} \int_0^T u(t) [s_1(t) - s_0(t)] dt \quad (2)$$

and the results of the calculations are fed to a threshold device where a decision is made in favor of the signal $s_1(t)$, when $q \geq 0$ and in favor of the signal $s_0(t)$, otherwise.

Thus, an unambiguous restoration of the transmitted binary information is carried out. As a result, with a large base of the signal $B > 300$, when the intensity of the received signals is below the level of interference, the transmission of information is carried out with an error probability less 10^{-6} , which characterizes its high reliability. For digital binary signals, the use of the proposed method increases the reliability of the received information, reducing the probability of an error by $10 \div 20 \text{ dB}$ at low ($-3 \div -5 \text{ dB}$) signal-to-noise ratios and a large signal base.

IV. CONCLUSION

Thus, the proposed method of correlation reception of UWB signals provides a higher reliability of reception of binary symbols in noise conditions, when the noise level is equal to or exceeds the signal level. The method can find wide application both in the reception and determination of single impulse signals and their various sequences, as well as in information systems with increased noise immunity, which use complex signals with a large base.

LITERATURE

- [1] V.A. Kotelnikov, Potential Immunity Theory, Gosenergoizdat, 1956. 151p. [rus]
- [2] United States Federal Communications Commission (FCC) Decision No. FCC 02-48 of 14/02/2002 [Electroni resource]. Access mode: https://apps.fcc.gov/edocs_public/attachmatch/FCC-02-48A1.pdf. - Date accessed: 12/31/2019.
- [3] K. Trubchaninova, A. Serkov, M. Mezitis, "Method of wireless transmission of digital information on the basis of ultra-wide signals" in *Advanced Information Systems*. 2019. Volume 3, Number 4. pp. 33-38. doi: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2019.4.04>.

method in a gas bubble.....	196
Vasyl Kondratets, Anatolii Matsui. Automatic indirect predictive estimation of the useful energy expended for grinding ore with ball mills.....	198
Kateryna Vasylets, Volodymyr Kvasnikov. Estimation of electrical energy measurement uncertainty in reduced load mode.....	200
Ірина Березок. Оптиміальне управління приводом подачі для підвищення енергоефективності процесу обробки деревини на стрічкопилкових верстатах.....	202
Василь Дмитрів. Метод дослідження коефіцієнту тертя пневмосистем.....	204
Ірина Ієніна. System of control of unauthorized access to communication connections.....	208
Василь Романів. Підвищення точності оцінювання енергетичної цінності природного газу.....	210
Роман Байцар, Володимир Рак, Святослав Яцишин. Кварцовий оптоелектронний перетворювач для сенсорів сили та тиску.....	212
Леонід Замиховський, Віталій Шульга. Розрахунковий метод визначення енергії природного газу у побутових споживачів.....	215
Олена Назарова. Використання емуляторів при дослідженні стаціонарних і автономних мехатронних систем.....	217
Богдан Дзундза. Особливості проектування комп'ютерної системи для дослідження термоелектричних властивостей напівпровідників.....	220
Орест Середюк, Віталій Ткачук. Моделювання впливу вологи природного газу при термоанемометричних вимірюваннях.....	222
Владислав Ушаков. Математичне моделювання розповсюдження інфрачервоного випромінювання у випадково-неоднорідному середовищі.....	225
Мирослава Чуйко, Лідія Вітвицька. Метод та пристрій контролю якості розчинів поверхнево-активних речовин, використовуваних у нафтогазовій промисловості.....	228
Леонід Замиховський, Галина Кузь. Класифікаційна модель показників якості природного газу.....	230
Володимир Грига, Андрій Сачовський, Володимир Мандзюк. Спеціалізована система вимірювання якості повітря на базі ESP32.....	233
Володимир Грига, Богдан Бабій. Система контролю доступу на основі RFID технологій.....	236

Хімічна та біоінженерія

Олена Федоренко, Сергій Картишев, Володимир Іголкін. Проблеми і рішення у виробництві керамогранітних плит.....	239
Олексій Хлопицький, Ігор Коваленко, Наталія Макаrenchенко, Дмитро Сухомлин. Сучасний стан поводження з техногенними відходами.....	242
Єкатерина Євтехова, Оксана Демчишина. Використання сорбційного методу для очищення стічних вод.....	244

Електроніка та телекомунікації

Karyna Trubchaninova. Method of correlation reception of ultra-wideband information signals.....	246
Анатолій Кузьмичєв, Ольга Андрієнко, Михайло Мельниченко, Сергій Сидоренко. Високовольтний розряд атмосферного тиску для плазмової технології.....	248
Анатолій Кузьмичєв, Богдан Воляр, Михайло Мельниченко. Тасітронний генератор високої напруги для плазмової технології.....	251
Анастасія Гончарук, Юлія Адаменко. Комбінований пристрій контролю артеріального тиску.....	254
Микола Штомпель. Біоінспірована оптимізація кодів з малою щільністю перевірок на парність.....	257