

*Бунчуков О. А. (АТ «Українська залізниця»),  
Панченко С. В., д.т.н., професор,  
Приходько С. І., д.т.н., професор,  
Штомпель М. А., д.т.н., доцент (УкрДУЗТ)*

*Lysechko V., PhD, Associate Professor,  
Sverhunova Y., postgraduate student  
(Ukrainian State University of Railway Transport)*

УДК 621.391

## НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ПОБУДОВИ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ УКРАЇНИ

Ефективність залізничних перевезень значним чином залежить від стану телекомунікаційної інфраструктури [1]. Розвиток галузі провідних телекомунікацій заснований на впровадженні новітніх технологій пакетної передачі інформації та реалізації концепції мереж нового покоління NGN. При цьому виникає необхідність у розширенні галузей застосування волоконно-оптичних технологій обробки інформації. Зокрема, важливою задачею є впровадження на залізничному транспорті технології пасивних оптичних мереж PON при технічній реалізації мереж доступу структурних підрозділів. З іншого боку, актуальною задачею є модернізація мереж технологічного радіозв'язку на основі цифрових технологій. Стратегічний розвиток даного напрямку заснований на впровадженні стандарту цифрового мобільного радіо DMR на залізничному транспорті України [2, 3]. З урахуванням цього важливим питанням є оновлення нормативно-технічної документації у галузі технологічного зв'язку залізничного транспорту.

### Список використаних джерел

1. Приходько, С. І. Удосконалення системи диспетчерського керування рухом на залізницях України [Текст] / С. І. Приходько, В. С. Алейник, О. П. Бочаров, Д. В. Ломотько // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті: науково-технічний журнал. – Харків: УкрДАЗТ, 2014. – Вип. 1 (104). – С. 3 – 8.
2. Волков, А. С. Исследование принципов построения цифровых сетей оперативно-технологической связи железнодорожного транспорта Украины [Текст] / А. С. Волков, А. С. Жученко, Н. В. Полянская, С. И. Приходько // Збірник наукових праць Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». – Харків: НТУ «ХПІ», 2014. – С. 256 – 265.
3. Концепція побудови та модернізації оперативно-технологічного зв'язку залізничного транспорту України [Текст]. – Державна адміністрація залізничного транспорту України, 2002. – 64 с.

## SOLVING THE PROBLEM OF COEXISTENCE OF PRIMARY AND SECONDARY USERS IN THE FREQUENCY ENVIRONMENT WITH QUASIORTHOGONAL FREQUENCY ACCESS ON SUBCARRIER FREQUENCIES

It is described the principles of implementing the method based on quasiorthogonal frequency access on subcarrier frequencies. The key element of quasiorthogonal frequency access on subcarrier frequencies is the using of the individual distribution of frequency subcarriers in different frequency plans of the ensemble in the general frequency band, which allows increasing the subscriber capacity of the radio system significantly.

The aim of the analysis is the detailed development of the method based on quasiorthogonal frequency access on subcarrier frequencies, which solves the problem of sharing many users of the cognitive radio system of the same frequency band. Solving this problem will significantly reduce the probability of occurrence of frequency collisions and will increase the subscriber capacity of the cognitive radio system.

Also, the aim of the analysis is to develop an algorithm for the formation of the ensemble, taking into account the different values of the width of subchannels in the corresponding frequency plans, developing a simulation model of the system of signals based on the QOFDM method and conducting research on the interrelation properties of the formed frequency plans based on quasiorthogonal access on subcarrier frequencies.

It was developed an algorithm for the formation of the ensemble, taking into account the different values of the width of the subchannels in the corresponding frequency plans.

It was graphically represented the form of frequency plans with different bandwidths and the dependence of the maximum emissions of the mutual correlation function of frequency plans, taking into account the number of subcarriers and the width of subchannels.

For realization the statistical analysis, it was construct an imitation model of the radio channel, it were graphically represented the results of statistical analysis of the interrelationship properties of frequency plans, and investigated the correlation properties of complex signals based on QOFDM.

Using the quasiorthogonal access on subcarrier frequencies allows increasing the subscriber capacity of the communication system and the rate of information transmission due to the nonlinear distribution of the subcarrier frequencies.

**Literature**

1. Sverhunova Y.O. Quasiorthogonal frequency access on subcarrier frequencies / Y.O. Sverhunova, M.A. Shtompel, V.P. Lysechko, I.V. Kovtun // Modern information systems. – Kh.: - 2019. - №2/3. – P. 127-131. ISSN 2522-9052.
2. Скляр Б. Digital Communications / Б. Скляр // Вид. 2-е, випр. : English version, М. : Видавничий будинок "Вільямс", 2003. — С. 1104.

*Мирошник М. А., д-р техн. наук, проф. (УкрГУЖТ),  
Зайченко О. Б., канд. техн. наук, доц. (ХНУРЭ)*

### **ПРИМЕНЕНИЕ ДВЕНАДЦАТИПОЛЮСНИКОВ В СИСТЕМЕ С ДОПЛЕРОВСКИМ РАДАРНОМ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СКОРОСТИ**

Многозондовые микроволновые структуры, как и их зарубежные аналоги [1], двенадцати полюсные рефлектометры, используются для измерения параметров сигналов и трактов СВЧ. Независимо от конструкции двенадцати полюсники представляют собой пассивные структуры с двумя входами и четырьмя выходами. Их действие базируется на интерферометрическом принципе, когда два входных сигнала складывают друг с другом при разных относительных фазовых сдвигах. В зависимости от этих фазовых сдвигов на четырех выходах двенадцати полюсника получают четыре различных результирующих сигнала. Четыре сигнала с выходов двенадцати полюсника затем обрабатывают по алгоритмам и получают информацию об амплитуде и фазовых соотношениях входных сигналов [2, 3].

Кроме традиционного применения многозондовых структур в радиоизмерениях их также можно в локационных системах, использующих эффект Доплера [4, 5], для обнаружения и вычисления скорости объектов. Локационные системы являются важной частью многих систем управления, в которых требуется определение положения и скорости окружающих объектов. Среди них можно указать транспортные системы. В процессе работы основную информацию можно получить, измеряя зависимости фазового сдвига между посланным и принятым сигналами от времени. Традиционная схема работы радара подразумевает использование следующего механизма: сигнал, генерируемый передатчиком, посылается в пространство при помощи антенно-излучателя и после его отражения от объекта улавливается антенной-приемником. Далее эти сигналы проходят через гетеродин, где выделяется частота доплеровского сдвига, после этого вычисляется скорость объекта. К недостаткам этой схемы можно отнести фазовый шум, который

возникает из-за неидеальности в изоляции входов микшера, а также погрешности блока быстрого преобразования Фурье (БПФ) в цифровой реализации системы обработки информации с радара. Кроме того, истинное направление скорости объекта и ее величина не могут быть установлены с помощью системы только на основе одного радара. По этим причинам дальнейшее улучшение конструкции радара представляется затруднительным.

Использование двенадцати полюсника позволяет избежать использования циркулятора и микшера в традиционной схеме, так как двенадцати полюсник позволяет измерить векторное соотношение между входными сигналами непосредственно по измерениям напряжения. При добавлении процедуры уточнения частоты, производимой в процессе измерений, появляется возможность избавиться от зависимости точности измерения скорости от колебаний частоты генератора. При этом быстродействие радара повышается с 1 измерения в 144 секунды до 1 измерения за 10 или 5 секунд при измерении очень малых скоростей. Фактически оказывается, что алгоритм позволяет с не худшей, чем ранее, точностью производить одиночные измерения скорости практически мгновенно.

**Список литературы**

1. Gannouchi F.M. Nhe six-port technique with microwave and wireless applications / F.M. Gannouchi, A. Mohammadi. – Artech House, 2009. – 231 p.
2. Волков В. М. Многозондовый микроволновый мультиметр большого уровня мощности / В.М. Волков, О.Б. Зайченко, А.В. Огуй // Радиотехника: всеукр.межвед.науч.-техн.сб. – 2001. – №120. – С.113–116.
3. Zaichenko O. V. The comparative analysis of a multiprobe microwave multimeters with involvement of processing by the Kalman filtering and the least-squares methods with regard for Re-reflection of probes/ O.V. Zaichenko, M.A. Miroshnyk, I.I. Klyuchnik, R.I. Tzekhmistro // Telecommunications and Radio Engineering, 2015. – Vol. 74. – № 1. – P. 79–86.
4. Львов П. А. Применеие многополюсных рефлектометров специального вида для решения ряда прикладных задач / П.А. Львов // Вестник СГТУ, 2010. – №2(45). – С.181–192.
5. Moldovan E. A new 94-GHz Six-Port Collission-Avoidance Radar Sensor / E.Moldovan, S.Tatu, T.Gaman, R.Bosiso // IEEE Transaction on Microwave Theory and Technique, Vol.52, No.3, – .751–759.