

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0823U100241

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 27-04-2023

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Круглик Олег Станіславович

2. Kruhlyk Oleh Stanislavovych

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 172

Назва наукової спеціальності: Електроніка та телекомунікації. Телекомунікації та радіотехніка

Галузь / галузі знань:

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Не застосовується

Дата захисту: 26-04-2023

Спеціальність за освітою: Радіотехніка

Місце роботи здобувача:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): ДФ 26.002.16

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Перемоги, буд. 37, м. Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Перемоги, буд. 37, м. Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації:

Коди тематичних рубрик: 47.05.17, 49.03

Тема дисертації:

1. Ефективна демодуляція та ідентифікація сигналів із фазовою маніпуляцією у каналах із несприятливими умовами радіоприймання.
2. Efficient demodulation and identification of signals with phase manipulation in channels with unfavorable radio reception conditions

Реферат:

1. Ключовим завданням на шляху створення нових систем цифрового радіозв'язку є розробка більш ефективних та більш стійких до несприятливих умов приймання методів цифрової синхронізації. При цьому головну роль відіграють системи із використанням фазової маніпуляції сигналу, які є найбільш поширеними та, відповідно, найбільш практично важливими. Запропоновано гібридний метод демодуляції сигналів, який поєднує алгоритми прямого оцінювання параметрів сигналу (feedforward) з подальшою синхронізацією параметрів за схемами зі зворотним зв'язком (feedback). Виконано порівнювальне моделювання відомих традиційних методів демодуляції та гібридного методу на прикладі сигналів з фазовою маніпуляцією. Отримані результати підтверджують, що в умовах швидкої зміни параметрів сигналу гібридний алгоритм

забезпечує мінімальне значення бітової похибки в залежності від SNR у порівнянні з традиційними методами, які засновані окремо на схемах синхронізації feedback або feedforward. Запропоноване гібридне поєднання алгоритмів feedback і feedforward дозволило застосовувати алгоритми зі зворотним зв'язком до сигналів з пакетним режимом передавання даних. Розглянутий підхід до синхронізації можна також використовувати для сигналів із іншими видами фазової маніпуляції. Досліджено сучасні алгоритми фреймової синхронізації для стандарту супутникового зв'язку DVB-S2. Використання різницевого методів дає можливість відмовитись від початкової оцінки зміщення частоти-носія і пришвидшити реестрацію модему зв'язку. Запропоновано алгоритм із адаптивним порогом, який засновано на використанні різницевої кореляції сигналів. Особливістю представленого методу є те, що зі зміною рівня вхідного сигналу поріг для прийняття рішення також змінюється адаптивно, що дозволяє відмовитися на даній стадії обробки сигналу від системи автоматичного регулювання потужності. Проведено порівняльне моделювання запропонованого методу фреймової синхронізації із відомими методами, які засновані на обчисленні різницевої кореляції, результати отриманих характеристик ймовірності пропуску від співвідношення сигнал/шум показали перевагу запропонованого алгоритму над відомими методами. Також розглянуті шляхи щодо практичної реалізації даного алгоритму на елементній базі FPGA. Введено новий підхід до демодуляції сигналів на основі методів корпускулярної фільтрації. Основним принципом корпускулярної фільтрації є апроксимація розподілу невідомих параметрів за допомогою дискретного набору корпускул та пов'язаних з ними вагових коефіцієнтів. Сформульовано модель простору станів сигналу спостереження з урахуванням динаміки оновлення параметрів каналу. Проведено порівняльний аналіз із відомими методами демодуляції на прикладі сигналів із фазовою маніпуляцією. Показано, що при достатній кількості корпускул, ефективність демодуляції, а саме забезпечення мінімальної бітової похибки (BER), може бути покращена шляхом застосування методів корпускулярної фільтрації при низьких співвідношеннях сигнал/шум на фоні негаусівського шуму. Розроблено метод детектування версії стандарту DVB-S2/S2X із використанням запропонованих методів синхронізації і декодування службової інформації фізичного рівня. Детектор складається із систем кадрової синхронізації, демодулятора і декодера поля PLSCODE. Запропоновано формули розрахунку біт поля PLSCODE і декодування службової інформації відповідно для стандартів широкосмугового оповіщення DVB-S2 та DVB-S2X. Представлений детектор дозволяє визначити до якої ревізії належить переданий сигнал та визначити параметри фрейму. Розроблено програмну модель описаного методу. Виконано експериментальні розрахунки ROC кривої та ймовірності пропуску від співвідношення сигнал/шум. Отримані результати моделювання показують високу ефективність запропонованого методу детектування навіть при негативних співвідношеннях сигнал/шум. Також в роботі пропонується метод ідентифікації сигналів, які передаються за технологією Carrier-in-Carrier із використанням QPSK модуляції. Метод базується на розрахунку кумулянтів четвертого порядку для виявлення змін в формі сигнального сузір'я, які характерні для сигналів типу Carrier-in-Carrier. Відповідно до методології робочих характеристик приймача (ROC) знайдено порогове значення для правила прийняття рішень. Встановлено, що запропонований метод забезпечує коректне виявлення суми сигналів QPSK для широкого діапазону співвідношень сигнал/шум, різних амплітуд сигналів із суми, а також для різних смуг пропускання змішаних сигналів. Отримані результати свідчать про високу ефективність запропонованого методу виявлення. Також показана перевага запропонованого методу виявлення перед методом «радіусів».

2. A key task in the way of creating new digital radio communication systems is the development of more efficient and more resistant to unfavorable reception conditions of digital synchronization methods. At the same time, the main role is played by systems using phase manipulation of the signal, which are the most common and, accordingly, the most practically important. A hybrid method of signal demodulation is proposed, which combines algorithms for direct estimation of signal parameters (feedforward) with further synchronization of parameters according to schemes with feedback. A comparative simulation of well-known traditional demodulation methods and the hybrid method is performed on the example of signals with phase manipulation. The obtained results confirm that in conditions of rapid changes in signal parameters, the hybrid algorithm provides the minimum value of the bit error depending on the SNR in comparison with traditional methods, which are based separately on

feedback or feedforward synchronization schemes. The proposed hybrid combination of feedback and feedforward algorithms made it possible to apply feedback algorithms to signals with a packet data transmission mode. The considered approach to synchronization can also be used for signals with other types of phase manipulation. Modern frame synchronization algorithms for the DVB-S2 satellite communication standard have been studied. The use of differential methods makes it possible to abandon the initial estimate of the carrier frequency offset and speed up the registration of the communication modem. An algorithm with an adaptive threshold is proposed, which is based on the use of differential signal correlation. A feature of the presented method is that with a change in the level of the input signal, the threshold for making a decision also changes adaptively, which allows to abandon the system of automatic power regulation at this stage of signal processing. Comparative modeling of the proposed method of frame synchronization with known methods based on the calculation of differential correlation was carried out, the results of the obtained characteristics of the probability of omission from the signal/noise ratio showed the advantage of the proposed algorithm over known methods. Ways of practical implementation of this algorithm on the FPGA element base are also considered. A new approach to signal demodulation based on particle filtering methods is introduced. The main principle of corpuscular filtering is the approximation of the distribution of unknown parameters using a discrete set of particles and their associated weighting factors. A model of the state space of the observation signal is formulated, taking into account the dynamics of updating channel parameters. A comparative analysis with well-known demodulation methods was carried out on the example of signals with phase manipulation. It is shown that with a sufficient number of corpuscles, the demodulation efficiency, namely ensuring the minimum bit error (BER), can be improved by applying corpuscular filtering methods at low signal-to-noise ratios against a background of non-Gaussian noise. A method of detecting the version of the DVB-S2/S2X standard has been developed using the proposed methods of synchronization and decoding of service information of the physical level. The detector consists of frame synchronization systems, a demodulator and a PLSCODE field decoder. The formulas for calculating the PLSCODE bit field and decoding the service information, respectively, are proposed for the DVB-S2 and DVB-S2X broadband notification standards. The presented detector allows to determine to which revision the transmitted signal belongs and to determine the parameters of the frame. A software model of the described method has been developed. Experimental calculations of the ROC curve and the miss detection probability from the signal/noise ratio were performed. The obtained simulation results show the high efficiency of the proposed detection method even with negative signal to noise ratios. Also, the paper proposes a method of identifying signals that are transmitted using Carrier-to-Carrier technology using QPSK modulation. The method is based on the calculation of fourth-order cumulants to detect changes in the shape of the signal constellation, which are characteristic of Carrier-in-Carrier signals. According to the receiver operating characteristic (ROC) methodology, a threshold value for the decision rule is found. It was established that the proposed method provides correct detection of the sum of QPSK signals for a wide range of signal-to-noise ratios, different amplitudes of signals from the sum, and also for different bandwidths of mixed signals. The obtained results indicate the high efficiency of the proposed detection method. The advantage of the proposed detection method over the "radius" method is also shown.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:

Підсумки дослідження:

Публікації:

Наукова (науково-технічна) продукція:

Соціально-економічна спрямованість:

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації:

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Калюжний Олександр Якович
2. Kalyuzhny Oleksandr Yakovych

Кваліфікація: д. ф.-м. н., 01.01.09, 01.04.06

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Горбатий Іван Володимирович
2. Horbatiy Ivan Volodymyrovych

Кваліфікація: д. т. н., 05.12.02

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Почерняев Віталій Миколайович

2. Pochernyaev Vitaly Mykolajovych

Кваліфікація: д. т. н., 05.12.17

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Шпилька Олександр Олександрович

2. Shpylka Oleksandr Oleksandrovych

Кваліфікація: к.т.н., 05.12.13

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Мартинюк Сергій Євстафійович

2. Martynyuk Sergiy Yevstafiyovich

Кваліфікація: к. т. н., 05.12.07

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VIII. Заключні відомості

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради**

Жук Сергій Якович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні**

Жук Сергій Якович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Реєстратор

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**



Юрченко Т.А.