

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0823U100240

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. Шмігель Богдан Олегович

2. Shmihel Bohdan O.

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: 21-04-2023

Спеціальність за освітою: Телекомунікації та радіотехніка

Місце роботи здобувача: ФОП Шмігель Богдан Олегович

Код за ЄДРПОУ: 3419816572

Місцезнаходження: вул. Бульварно-кудрявська 43Б, к. 14, м. Київ, 01054, Україна

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): ДФ 26.002.14

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: 49.33.29, 49.03

Тема дисертації:

1. Підвищення продуктивності низькоенергетичних безпроводових каналів зв'язку сенсорних телекомунікаційних систем

2. Increasing the performance of low-power wireless communication channels of sensor telecommunication systems

Реферат:

1. Сенсорні мережі займають ключову роль у разі необхідності оперативного розгортання, мобільності, гнучкості організації мережі і широті можливих додатків, у багатьох випадках будучи єдиним економічно виправданим рішенням. Однією із ключових задач забезпечення функціонування сенсорної мережі є забезпечення надійного та продуктивного передавання інформації в умовах обмежених ресурсів, зокрема, енергетичних. Враховуючи розмір сенсора, основною вимогою до сенсорних мереж – є забезпечення низького енергоспоживання та достовірного прийому. Автономність роботи залежить від енергії, що споживається вузлами системи. У роботі досліджена актуальна задача підвищення продуктивності низькоенергетичних безпроводових каналів зв'язку. На відміну від традиційних систем безпроводового

зв'язку, сенсорна мережа включає велику кількість пристроїв, які повинні передавати інформацію до базової станції. Сенсорні вузли можуть встановлюватися стаціонарно або мати можливість довільно пересуватися в певному просторі, тому вони повинні бути автономними, самоорганізованими та не потребують установки. Область покриття такої мережі вкрай обмежена і може досягати десятки та сотні метрів. Тому однією з головних умов до такої мережі – це забезпечення мінімального енергоспоживання та достовірного прийому в умовах низької енергетики. Основною задачею при побудови сенсорної мережі є достовірна оцінка енергетичних характеристик безпроводового каналу зв'язку. Для вирішення обмежень ресурсу каналу зв'язку, перспективним являється пошук нових методів передачі інформації, вибору ефективного виду модуляції та завадостійкого кодування. Основним інструментом для передачі інформації є сигнали багатопозиційної маніпуляції. Вибір поєднання типу модуляції і швидкості завадостійкого коду, забезпечує максимально можливу ефективність, забезпечуючи відповідну надійність каналу зв'язку. В якості розглянутих сигналів обрано сигнали багатопозиційної маніпуляції BPSK, QPSK, QAM16. Високошвидкісні види модуляції не розглядаються, так як сенсорна мережа не передбачує передачу великих масивів інформації, а також має обмежену енергію сигналу. Широкосмугові сигнали є одним з відомих методів для підвищення завадостійкості каналу, але властивості таких сигналів в умовах обмеженого ресурсу та енергії сигналу не досліджені. Для визначення найбільш оптимального способу передачі сигналів в умовах низької енергетики, проведено дослідження властивостей ШСС на основі моделей оцінки якості каналів зв'язку, а також порівняння характеристики завадостійкості з ВСС та еквівалентною енергією сигналу. Для визначення максимальної продуктивності передачі в безпроводових низькоенергетичних каналах зв'язку, необхідно дослідити показники продуктивності використання сигналів заданого виду модуляції та порівняти їх з широкосмуговими сигналами з різними значеннями бази сигналу B . Виявилось, що широкосмугові сигнали не забезпечують кращої достовірності в порівнянні з вузькосмуговими при однаковій потужності випромінювання та способі обробки. Класичні формули для оцінки завадостійкості багатопозиційних сигналів достовірні для високої енергетики, однак для $h_2 \ll 0$ не є точними. Тому для точного визначення точної достовірності прийому для таких умов, пропонується використання векторно-фазового методу. Векторно-фазовий метод дозволяє отримати точні розрахунки при будь-якій енергетиці, на відміну від формул Прокіса, що можуть використовуватись тільки для високої енергетики. Загальним підсумком дослідження є оцінка продуктивності СКК, яка дозволяє в каналі з заданими частотно-енергетичними параметрами визначити ефективність використання визначеного виду модуляції та кодування за критерієм наближення до границі Шеннона, або максимуму інформаційної ефективності при заданій достовірності сигналу в точці прийому. Методика дозволяє оцінити ефективність використання ресурсів каналів зв'язку з багатопозиційною маніпуляцією та завадостійким кодуванням, а також кількісно оцінити витрати на реалізацію заходів щодо підвищення достовірності або продуктивності у вимірі запропонованих показників. Новими в дисертації є наступні результати: 1. Вдосконалено використання векторно-фазового методу для визначення завадостійкості багатопозиційних сигналів в умовах низької енергетики. Класичні формули Прокіса не є точними для низької енергетики. 2. Вдосконалено методику синтезу сигналу, яка дозволяє знайти екстремум продуктивності каналу зв'язку та наблизити до його пропускну здатності – границі Шеннона. 3. Вдосконалено методику оцінки ефективності використання ресурсів каналу зв'язку.

2. Sensor networks play a key role in the need for rapid deployment, mobility, networking flexibility and a variety of possible applications, in many cases being the only cost-effective solution. One of the key tasks of functioning in the sensor network is to ensure reliable and efficient data transmission in conditions of limited resources. Given the size of the sensor, the main requirement for sensor networks is to provide low power consumption and reliable reception. Their autonomy depends on the energy consumed by the nodes of the system. The research contains the actual problem of increasing productivity in low-energy wireless communication channels. Unlike traditional wireless communication systems, a sensor network includes many devices that should transmit information to a base station. Sensor nodes can be placed permanently or be able to move in a certain space, so they must be autonomous, self-organized and do not require installation. The coverage area of such a network is extremely limited and can reach tens and hundreds of meters. The main task in building a sensor network is a reliable

assessment of the energy characteristics of a wireless communication channel. To solve the limitations of the communication channel, it is promising to search for new methods for transmitting information, choosing an effective type of modulation and error-correcting coding. The basic tool for transmitting information is the signals of multi-position modulation. The choice of a combination of modulation type and error code rate provides the highest possible efficiency while providing adequate reliability to the communication channel. The multi-position modulation signals BPSK, QPSK and QAM16 were chosen as the considered signals. High-speed modulation types are not considered, since the sensor network does not involve the transmission of large amounts of information and has limited signal energy. Broadband signals are one of the well-known methods for improving the noise immunity of a channel, but the properties of such signals under conditions of limited resources and signal energy have not been studied. To determine the most optimal method of signal transmission in low energy conditions, research on the properties of the narrowband signals was carried out based on models for assessing the quality of communication channels and comparing the noise immunity characteristic of wideband signals with equivalent signal energy. To determine the maximum transmission performance in wireless low-energy communication channels, it is necessary to investigate the performance indicators of a given type of modulation signals and compare them with wideband signals with different values of the signal base B. It turned out that wideband signals do not provide better reliability compared to narrowband signals with the same transmission power and processing method. The classical formulas for estimating the noise immunity of multi-position signals are accurate for high energy, but for $h_2 \ll 0$ they are not accurate. Therefore, to determine the exact reliability for such conditions, it is proposed to use the vector-phase method. The vector-phase method helps to obtain accurate calculations for any energy, in contrast to the Prokis formulas, which can only be used for high energy. The overall result of the research is performance evaluation of signal-code construction, that allows determining the efficiency of using a certain type of modulation and coding in a channel with given frequency and energy parameters according to the criterion of maximum approach to the Shannon bound, or the maximum of information efficiency for given signal reliability. Using this technique, it possible to evaluate the efficiency of using the resources of communication channels with multi-position modulation and error-correcting coding and calculate the costs of implementing measures to improve the reliability or performance of the proposed indicators. Research contains the following new results: 1. The use of the vector-phase method for determining the noise immunity of multi-position signals under low energy conditions has been improved. The classic Prokis formulas are not accurate for low energy. 2. The method of signal synthesis has been improved, which makes it is possible to find the extremum of the communication channel performance and bring it closer to its capacity – the Shannon bounds. 3. The methodology for evaluating the effectiveness of the communication channel resources has been improved.

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 ОПВ:

Впровадження результатів дисертації:

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Уривський Леонід Олександрович
2. Uryvsky Leonid Oleksadrovych

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

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Хлапонін Юрій Іванович
2. Khlaponin Yurii Ivanovych

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. Одарченко Роман Сергійович
2. Odarchenko Roman S.

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

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Лисенко Олександр Іванович

2. Lysenko Oleksandr Ivanovych

Кваліфікація: д. т. н., 20.02.12

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. 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

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.