

Облікова картка дисертації (ОКД)

Шифр спецради: ДФ 26.002.14

Відкрита

Вид дисертації: 08

Державний обліковий номер: 0823U100240

Дата реєстрації: 27-04-2023



1. Відомості про здобувача

ПІБ (укр.): Шмігель Богдан Олегович

ПІБ (англ.): Shmihel Bohdan O.

Шифр спеціальності, за якою відбувся захист: 172

Дата захисту: 21-04-2023

На здобуття наукового ступеня: Доктор філософії (д.філ)

Спеціальність за освітою: Телекомунікації та радіотехніка

2. Відомості про установу, організацію, у вченій раді якої відбувся захист

Назва організації: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Підпорядкованість: Міністерство освіти і науки України

Код ЄДРПОУ: 02070921

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

Телефон: 380442367989

Телефон: 380442044862

Телефон: +38 (044) 204-82-82

E-mail: mail@kpi.ua

WWW: <https://kpi.ua/>

Інше: kpi.ua

3. Відомості про організацію, де виконувалася (готувалася) дисертація

Назва організації: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Підпорядкованість: Міністерство освіти і науки України

Код ЄДРПОУ: 02070921

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

Телефон: 380442367989

Телефон: 380442044862

Телефон: +38 (044) 204-82-82

E-mail: mail@kpi.ua

WWW: <https://kpi.ua/>

Інше: kpi.ua

4. Відомості про організацію, де працює здобувач

Назва організації: ФОП Шмігель Богдан Олегович

Підпорядкованість:

Код ЄДРПОУ: 3419816572

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

Телефон: 380931998812

5. Наукові керівники та консультанти

Наукові керівники

Уривський Леонід Олександрович (д.т.н., професор, 05.12.02)

6. Офіційні опоненти та рецензенти

Офіційні опоненти

Хлапонін Юрій Іванович (д. т. н., професор, 05.12.02)

Одарченко Роман Сергійович (д. т. н., професор, 05.12.02)

Рецензенти

Лисенко Олександр Іванович (д. т. н., професор, 20.02.12)

Шпилька Олександр Олександрович (к.т.н., доц., 05.12.13)

7. Підсумки дослідження та кількісні показники

Підсумки дослідження: 40 - Нове вирішення актуального наукового завдання

Кількість сторінок: 137

Кількість додатків: 0

Ілюстрації: 42

Таблиці: 8

Схеми:

Використані першоджерела: 106

Кількість публікацій: 19

Кількість патентів:

Впровадження результатів роботи: 1

Мова документа: Українська

Зв'язок з науковими темами: 0115U000259, 0116U004885, 0120U102181.

8. Індекс УДК тематичних рубрик НТІ

Індекс УДК: 621.391:519.72, 621.391:519.72, УДК 621.391

Тематичні рубрики: 49.33.29, 49.03

9. Тема та реферат дисертації

Тема (укр.)

Підвищення продуктивності низькоенергетичних безпроводових каналів зв'язку сенсорних телекомунікаційних систем

Тема (англ.)

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

Реферат (укр.)

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 потребувати 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 побудові 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. Широкопasmові 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 широкопasmовими сигналами з різними значеннями бази сигналу B . Виявилось, що широкопasmові сигнали не забезпечують кращої достовірності в порівнянні з вузькопasmовими 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 пропускної здатності – границі Шеннона. 3. Вдосконалено методику оцінки ефективності використання ресурсів каналу зв'язку.

Реферат (англ.)

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.

Голова спеціалізованої вченої ради: Жук Сергій Якович (д.т.н., професор, 20.02.12)



Підпис

Відповідальний за подання документів: Шмігель Богдан Олегович (Тел.: 380931998812)



Підпис



Керівник відділу реєстрації наукової діяльності
УкрІНТЕІ



Юрченко Т.А.