

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Інститут інформатики та радіоелектроніки, факультет радіоелектроніки та телекомунікацій
(повне найменування інституту, факультету)

Кафедра Радіотехніки та телекомунікацій
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до магістерської роботи
(ступінь вищої освіти)

на тему Підвищення пропускання здатності пристроїв
стандарту IEEE 802.11.

Виконав: студент(ка) V курсу, групи 918м

Спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка»
(код і найменування спеціальності)

Освітньої програми Інформаційні мережі зв'язу

Костеренко С.О.
(прізвище та ініціали)

Керівник Чорнобродов М.П.
(прізвище та ініціали)

Рецензент Суботін С.О.
(прізвище та ініціали)

20 19

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
 (повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут інформатики та радіоелектроніки, факультет радіоелектроніки та телекомунікацій

Кафедра Радіотехніки та телекомунікацій

Ступінь вищої освіти другий (магістерський)

Спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

(код і найменування)

Освітня програма Інформаційні мережі зв'язу

(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри РТТ

к.т.н., доц. М. Морав Морщавка С.В.

« 16 » грудня 20 19 року

ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСКУ РОБОТУ СТУДЕНТА (КИ)

Нестеренко Станіслав Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Підвищення пропускної здатності пристроїв стандарту IEEE 802.11.

керівник роботи Чернявський Микола Петрович, к.т.н., доц.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 08 » листопада 2019 року № 365

2. Строк подання студентом роботи 20 грудня 2019 року

3. Вихідні дані до роботи стандарт IEEE-802.11, розробка ансамблю 11-індивідуальних псевдошумових послідовностей для DSSS.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) розробити ансамбль 11-індивідуальних псевдошумових послідовностей

та?

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

презентація

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, д	
		завдання	видав
1-4	Корнотерцов М.П. доц. кафед. РДТ	Мороз	
4 - Координат	доц. Міванко Т.В. сапр. ЖТБД	Мороз	
	Мороз Т.В.		

7. Дата видачі завдання « 02 » вересня 2019 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи
1.	Обсяги обсягів дослідження і постановка завдання	1. IX - 30. IX. 19
2.	Обсяг і зміст кодових послідовностей і способів їх зчитування	1. X - 30. X. 19
3.	Оптимізація структури укладеного файлу ЖТБД - сисемів	1. XI - 30. XI. 19
4.	Опис результатів наукового дослідження	1. XII - 15. XII. 19
5.	Техніко-економічне обґрунтування ЖТБД	1. XII - 1. XII. 19
6.	Оцінка ризику та безпеки у надзвичайних ситуаціях	1. IX - 1. XII. 19

Студент(ка) Мороз (підпис) Мороз (прізвище)

Керівник роботи Мороз (підпис) Корнотерцов (прізвище)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 75 стор., 18 рис., 12 табл., 7 джерел

Мета роботи – підвищення пропускної здатності радіоканалу стандарту IEEE-802.11.

Наукова новизна роботи полягає у тому, що: а) було знайдено нові кодові послідовності для 11-позиційних фазоманіпульованих сигналів; б) сконструйовано фільтр, узгоджений з отриманими кодовими послідовностями, що забезпечує на своєму виході малий рівень бічних пелюсток стисненого сигналу; в) розроблено спосіб підвищення пропускної здатності радіоканалу стандарту IEEE-802.11.

За виконання роботи застосовувалися сучасні методи проектування. Проектування здійснювалося на фаховому програмному забезпеченні й обчислювальній техніці.

IEEE-802.11, Wi-Fi, DSSS, КОД БАРКЕРА, УЗГОДЖЕНИЙ ФІЛЬТР,
АВТОКОРЕЛЯЦІЙНА ФУНКЦІЯ, РІВЕНЬ БІЧНИХ ПЕЛЮСТОК

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	7
ВСТУП	8
1 ОГЛЯД ОБЛАСТІ ДОСЛІДЖЕННЯ Й ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ.....	9
1.1 Стандарт IEEE 802.11	9
1.2 Фізичний та канальний рівні.....	10
1.3 Технологія розширення спектра.....	17
1.3.1 Метод розширення спектра стрибкоподібним перелаштовуванням частоти.....	19
1.3.2 Метод прямого послідовного розширення спектра	24
1.4 Вибір типу сигналу для дослідження.....	27
1.5 Постановка завдання наукової роботи.....	29
2 ОГЛЯД ВІДОМИХ КОДОВИХ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ І СПОСОБІВ ЇХ ОТРИМАННЯ.....	31
2.1 Загальний опис фазокодоманіпульованих сигналів	31
2.2 Коди Баркера	31
2.3 М-послідовності	34
2.4 Вибір напрямку дослідження.....	34
3 ОПТИМІЗАЦІЯ СТРУКТУРИ УЗГОДЖЕНОГО ФІЛЬТРА ФАЗОМАНІПУЛЬОВАНИХ СИГНАЛІВ.....	36
3.1 Вибір об'єкта оптимізації	36
3.2 Оптимізація імпульсної характеристики узгодженого фільтра для ФКМ-сигналу.....	36
4 ОПИС РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ	38
4.1 Знайдені нові кодові послідовності.....	38
4.2 Автокореляційна функція нових кодових послідовностей	39
4.3 Структура узгодженого з новими кодовими послідовностями фільтра.....	41

4.4 Методика формування ансамблю кодових послідовностей.....	46
4.5 Розробка способу підвищення пропускної здатності радіоканалу стандарту IEEE-802.11.....	46
5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ НДР	48
5.1 Обґрунтування актуальності теми з позиції маркетингу.....	48
5.2 Визначення трудомісткості та тривалості роботи	48
5.3 Розрахунок кошторису витрат на практичну реалізацію дипломного проекту	52
5.3.1 Розрахунок вартості матеріалів.....	53
5.3.2 Спеціальне устаткування	53
5.3.3 Розрахунок заробітної плати	54
5.3.4 Відрахування на соціальне страхування	55
5.3.5 Загальновиробничі витрати	56
5.3.6 Бальна оцінка економічної ефективності проекту	56
6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	61
6.1 Аналіз потенційних небезпек	61
6.2 Заходи щодо забезпечення безпеки.....	62
6.3 Заходи по санітарії та гігієні праці.....	64
6.4 Заходи з пожежної безпеки	69
6.5 Заходи щодо забезпечення безпеки в надзвичайних ситуаціях	70
ВИСНОВКИ.....	74
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	75

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

DSSS	– Direct Sequence Spread Spectrum
FHSS	– Frequency Hopping Spread Spectrum
WiFi	– Wireless Fidelity
АКФ	– автокореляційна функція
АЧХ	– амплітудно-частотна характеристика
РБП	– рівень бічних пелюсток
УФ	– узгоджений фільтр
ФКМ	– фазокодоманіпульований

ВСТУП

Для забезпечення високоякісних телекомунікаційних послуг, необхідно в режимі справжнього часу й у будь-якій крапці простору надавати доступ до запитаних користувачем ресурсів. Це стало можливим завдяки Wi-Fi-мережі, що дозволяє залишатися клієнту мобільним за умови його перебування в радіусі її дії.

Із збільшенням кількості користувачів, під'єднаних до однієї крапки доступу, зменшується пропускна здатність радіоканалу. Для її відновлення, збільшують кількість крапок доступу, що забезпечує зменшення навантаження на один маршрутизатор за рахунок розподілу загальної кількості абонентів на кілька телекомунікаційних пристроїв.

Але збільшення кількості радіопередавальних пристроїв, зосереджених на одній території, призводить до погіршення електромагнітної сумісності крапок доступу, що працюють одночасно на одній частоті. І, як наслідок, знову зменшується пропускна здатність радіоканалу.

У роботі пропонується спосіб підвищення пропускної здатності радіоканалу стандарту IEEE-802.11.

1 ОГЛЯД ОБЛАСТІ ДОСЛІДЖЕННЯ Й ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

1.1 Стандарт IEEE 802.11

Комітет з питань стандартів IEEE 802 зформував робочу групу з стандартів для бездротових локальних мереж 802.11 у 1990 році. Ця група зайнялася розробкою загального стандарту для радіоустаткування і мереж, що працюють на частоті 2,4 ГГц зі швидкостями доступу 1 і 2 Mbps (Megabits per second). Роботи зі створення стандарту були довершені через 7 років, і в червні 1997 року була ратифікована перша специфікація 802.11.

Стандарт IEEE 802.11 був першим стандартом для продуктів WLAN від незалежної міжнародної організації, що розробляє більшість керівних документів для дротових мереж. Однак, на той час закладена первісна швидкість передачі даних у бездротовій мережі вже не задовольняла потреби користувачів. Для того, щоб зробити технологію Wireless LAN популярною, дешевою, а, головне, - такою, що задовольняє сучасним твердим вимогам бізнесів-додатків, розробники були змушені створити новий стандарт.

У вересні 1999 року IEEE ратифікував розширення попереднього стандарту. Названий IEEE 802.11b (також відомий як 802.11 High rate), він визначає стандарт для продуктів бездротових мереж, що працюють на швидкості 11 Mbps (подібно до Ethernet), що дозволяє успішно застосовувати ці пристрої у великих організаціях. Сумісність продуктів різних виробників гарантується незалежною організацією, що називається Wireless Ethernet Compatibility Alliance (WECA). Ця організація була створена лідерами індустрії бездротової зв'язку в 1999 році. На даний час, членами WECA є більш 80 компаній, у тому числі такі відомі виробники, як Cisco, Lucent, 3Com, IBM, Intel, Apple, Compaq, Dell, Fujitsu, Siemens, Sony, AMD тощо. З продуктами, що задовольняють вимогам Wi-Fi (термін WECA для IEEE 802.11b), можна ознайомитися на сайті WECA.

Як й усі стандарти IEEE 802, 802.11 працює на нижніх двох рівнях моделі

ISO/OSI, фізичному рівні і канальному рівнях (див. рис. 1.1). Будь-який мережний додаток, мережна операційна система чи протокол (наприклад, TCP/IP), так само добре працюватимуть як в мережі 802.11, так і в мережі Ethernet.

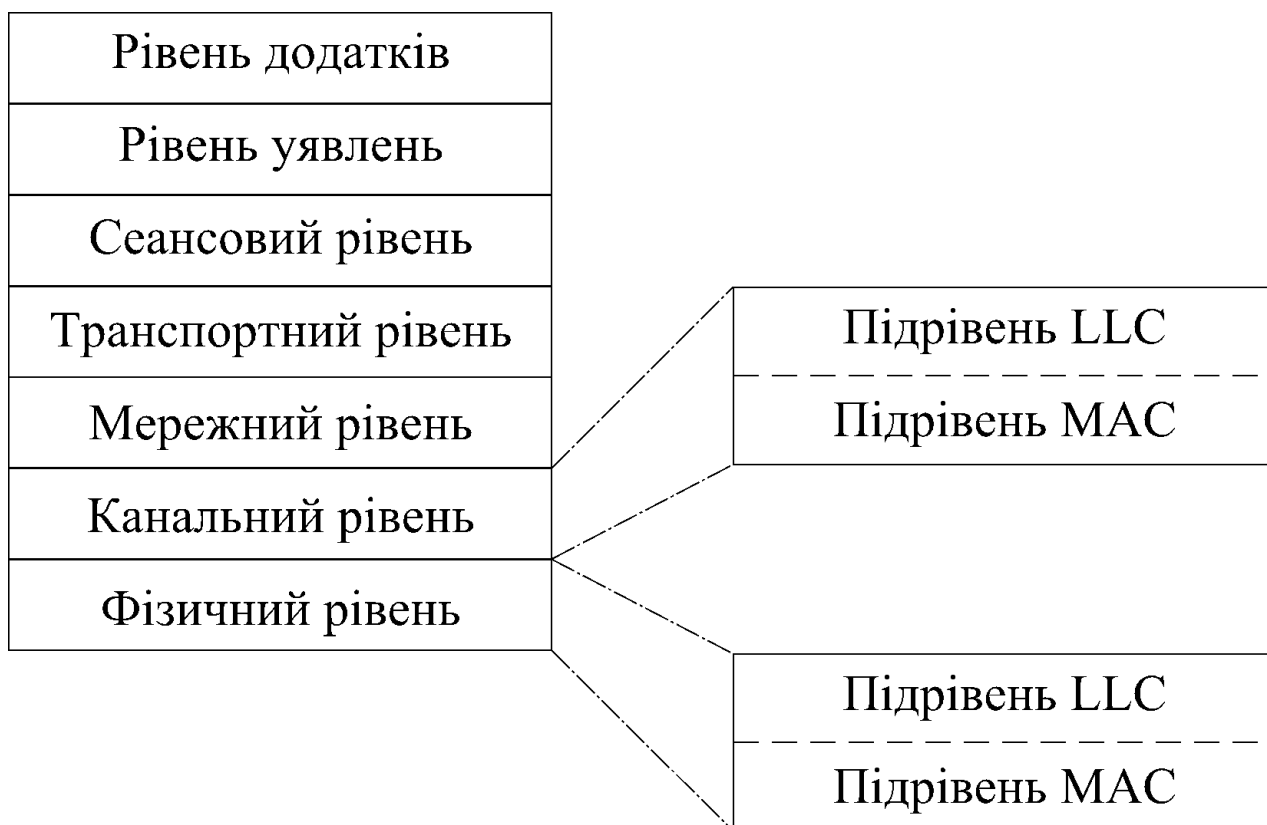


Рисунок 1.1 – Рівні моделі ISO/OSI і їхня відповідність стандарту 802.11

1.2 Фізичний та канальний рівні

Набір стандартів 802.11 визначає цілий ряд технологій реалізації фізичного рівня (Physical Layer Protocol - PHY), що можуть бути використані підрівнем 802.11 MAC:

- рівень PHY стандарту 802.11 зі стрибкоподібною перелаштовуванням частоти (FHSS) у діапазоні 2,4 ГГц;
- рівень PHY стандарту 802.11 з розширенням спектра методом прямої послідовності (DSSS) у діапазоні 2,4 ГГц.

Основне призначення фізичних рівнів стандарту 802.11 – забезпечити механізми бездротової передачі для підрівня MAC, а також підтримувати виконання вторинних функцій, таких як оцінка стану бездротового середовища і повідомлення про нього підрівню MAC. Рівні MAC і PHY розроблялися так, щоб вони були незалежними. Саме незалежність між MAC і підрівнем PHY і дозволила використовувати додаткові високошвидкісні фізичні рівні, описані в стандартах 802.11b, 802.11a і 802.11g.

Кожний з фізичних рівнів стандарту 802.11 має два підрівня:

- Physical Layer Convergence Procedure (PLCP) – процедура визначення стану фізичного рівня;
- Physical Medium Dependent (PMD) – підрівень фізичного рівня, що залежить від середовища передачі.

На рис. 1.1 показано, як ці підрівні співвідносяться між собою і з вищерозташованими рівнями в моделі взаємодії відкритих систем (Open System Interconnection – OSI).

Підрівень PLCP, власне кажучи, є рівнем забезпечення взаємодії, на якому здійснюється переміщення елементів даних протоколу MAC (MAC Protocol Data Units – MPDU) між MAC-станціями з використанням підрівня PMD, на якому здійснюється тот чи інший метод передавання й приймання даних бездротовим середовищем. Підрівні PLCP і PMD відрізняються для різних варіантів стандарту 802.11.

Одна з особливостей, що лежать в основі сучасних передавачів, завдяки якій дані можна передавати з високою швидкістю, - це припущення про те, що дані, що пропонуються для передачі, надходять, з погляду передавача, випадковим чином. Без цього припущення багато переваг, отримані за рахунок застосування інших складових фізичного рівня, залишилися б нездійсненими.

Однак трапляється, що прийняті дані не цілком випадкові і насправді можуть містити повторні набори і довгі послідовності нулів і одиниць.

Зкремблювання (перестановка елементів) - це метод, за допомогою якого

прийняті дані робляться більш схожими на випадкові. Досягається це шляхом перестановки битів послідовності таким чином, щоб перетворити її зі структурованої на більш схожу на випадкову. Цю процедуру іноді називають "відбілюванням течії даних". Дезкремблер приймача потім виконує зворотне перетворення цієї випадкової послідовності з метою отримання вихідної структурованої послідовності. Більшість способів скремблювання відноситься до числа таких, що самосинхронізуються. Це означає, що дезкремблер здатний самостійно синхронізуватися зі зкремблером.

802.11 визначає два типи устаткування – клієнт, яким звичайно є комп'ютер, укомплектований бездротовою мережною інтерфейсною платою (Network Interface Card, NIC), і крапка доступу (Access point, AP), що виконує роль мосту між бездротовою і дротовою мережами. Крапка доступу звичайно містить у собі приймач-передавач, інтерфейс дротової мережі (802.3), а також програмне забезпечення, що займається обробкою даних. У якості бездротової станції може виступати ISA, PCI, PC Card чи ARD2,4 (ARD5) у стандарті 802.11 або вбудовані рішення, наприклад, телефонна гарнітура 802.11.

Стандарт IEEE 802.11 визначає два режими роботи мережі – режим "Ad-hoc" і клієнт/сервер (або режим інфраструктури – infrastructure mode).

На фізичному рівні визначені два широкосмугові радіочастотні методи передавання й один – в інфрачервоному діапазоні. Радіочастотні методи працюють у ISM-діапазоні 2,4 ГГц і звичайно використовують смугу 83 МГц від 2,400 ГГц до 2,483 ГГц. Технології широкосмугового сигналу, використані в радіочастотних методах, збільшують надійність, пропускну здатність, дозволяють багатьом незв'язаним один з одним пристроям розділяти одну смугу частот з мінімальними завадами один для одного.

Стандарт 802.11 використовує метод прямої послідовності (Direct Sequence Spread Spectrum, DSSS) і метод частотних стрибків (Frequency Hopping Spread Spectrum, FHSS). Ці методи кардинально відрізняються, і несумісні один з одним.

Канальний рівень 802.11 складається з двох підрівнів: керування логічним зв'язком (Logical Link Control, LLC) і керування доступом до носія (Media Access Control, MAC). 802.11 використовує той же LLC і 48-розрядну адресацію, що й інші мережі 802. Це дозволяє легко поєднувати бездротові і дротові мережі, однак MAC рівень має кардинальні відмінності.

MAC рівень 802.11 дуже схожий на втілений у 802.3, де він підтримує безліч користувачів на спільному носії, коли користувач перевіряє носій перед доступом до нього. Для Ethernet мереж 802.3 використовується протокол Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD), що визначає, як станції Ethernet отримують доступ до дротової лінії, і як вони виявляють і обробляють зіткнення, що виникають у тому випадку, якщо кілька пристроїв намагаються одночасно встановити зв'язок у мережі. Щоб знайти зіткнення, станція мусить мати здатність і приймати, і передавати одночасно. Стандарт 802.11 передбачає використання напівдуплексних приймачів-передавачів, тому в бездротових мережах 802.11 станція не може зустрітись із зіткненнями під час передавання даних.

Щоб врахувати цю відмінність, 802.11 використовує модифікований протокол, відомий як Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance (CSMA/CA) або Distributed Coordination Function (DCF). CSMA/CA намагається уникнути зіткнень шляхом використання явного підтвердження пакета (ACK). Це означає, що приймальна станція надсилає ACK пакет для підтвердження того, що пакет отриманий неушкоджено.

CSMA/CA працює в такий спосіб. Станція, що бажає передавати, тестує канал, і якщо не виявлено активності, станція очікує протягом деякого випадкового проміжку часу, а потім передає, якщо середовище передачі даних усе ще вільне. Якщо пакет приходить цілим, приймальна станція надсилає пакет ACK, після приймання якого відправником завершується процес передачі. Якщо передавальна станція не отримала пакет ACK через те, що не був отриманий пакет даних, чи прийшов ушкоджений ACK, то робиться припущення, що відбу-

лося зіткнення, і пакет даних передається знову через випадковий проміжок часу.

Для визначення того, чи є канал вільним, використовується алгоритм оцінювання чистоти каналу (Channel Clearance Algorithm, CCA). Його сутність полягає у вимірюванні енергії сигналу на антені і визначення потужності прийнятого сигналу (RSSI). Якщо потужність прийнятого сигналу нижче від визначеної межі, то канал є вільним, і MAC рівень отримує статус CTS. Якщо потужність вища за межове значення, то передавання даних затримується відповідно до правил протоколу. Стандарт надає ще одну можливість визначення незайнятості каналу, що може використовуватися або окремо, або разом з вимірюванням RSSI – метод перевірки носійної. Цей метод є більш вибіркоким, тому що за його допомоги здійснюється перевірка на той же тип носійної, що і відповідно до специфікації 802.11. Найкращий метод для використання залежить від того, який рівень завад у робочій області.

Таким чином, CSMA/CA надає спосіб поділу доступу по радіоканалі. Механізм явного підтвердження ефективно вирішує проблеми завад. Однак він додає деякі додаткові накладні витрати, яких немає в 802.3. Тому мережі 802.11 будуть завжди працювати повільніше, ніж еквівалентні їм Ethernet локальні мережі.

Інша специфічна проблема MAC-рівня – це проблема "схованої крапки", коли дві станції можуть обидві "чути" крапку доступу, але не можуть "чути" один одного у силу великої відстані між ними чи наявності перешкод (див. рис. 1.2).

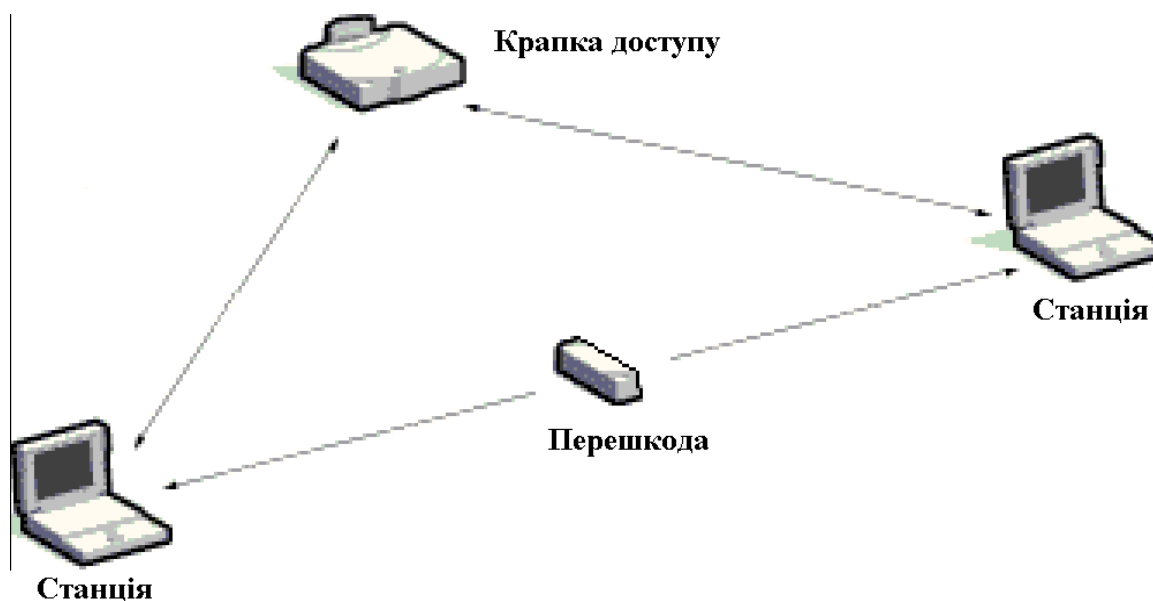


Рисунок 1.2 – Ілюстрація проблеми "прихованої крапки"

Для розв'язання цієї проблеми у 802.11 на MAC рівні додано необов'язковий протокол Request to Send/Clear to Send (RTS/CTS). Коли використовується цей протокол, станція, що передає, надсилає RTS і чекає на відповіді крапки доступу з CTS. Тому що всі станції в мережі можуть "чути" крапку доступу, сигнал CTS змушує їх відкласти свої передачі, що дозволяє передавальній станції передати дані й отримати ACK пакет без можливості зіткнень. Оскільки RTS/CTS додає додаткові накладні витрати на мережу, тимчасово резервуючи носій, він звичайно використовується тільки для пакетів дуже великого обсягу, для яких повторна передача була б занадто дорогою.

MAC рівень 802.11 надає можливість розрахунку CRC і фрагментації пакетів. Кожен пакет має свою контрольну суму CRC, що розраховується і прикріплюється до пакета. Тут спостерігається відмінність від мереж Ethernet, у яких обробкою помилок займаються протоколи більш високого рівня (наприклад, TCP). Фрагментація пакетів дозволяє розбивати великі пакети на більш маленькі за їх передавання радіоканалом, що корисно в дуже "заселених" середовищах чи у тих випадках, коли існують значні завади, тому що в менших пакетах - менші шанси бути ушкодженими. Цей метод у більшості випадків зменшує необхідність повторного передавання і, таким чином, збільшує продуктив-

ність усієї бездротової мережі. MAC рівень відповідальний за збирання отриманих фрагментів, роблячи цей процес "прозорим" для протоколів більш високого рівня.

MAC рівень 802.11 несе відповідальність за те, яким чином клієнт під'єднується до крапки доступу. Коли клієнт 802.11 потрапляє до зони дії однієї чи декількох крапок доступу, він на основі потужності сигналу і значення кількості помилок, що спостерігається, вибирає одну з них і під'єднується до неї. Щойно клієнт отримує підтвердження того, що він прийнятий крапкою доступу, він налаштовується на радіоканал, у якому вона працює. Час від часу він перевіряє всі канали 802.11, щоб подивитися, чи не надає інша крапка доступу служби більш високої якості. Якщо така крапка доступу знаходиться, то станція підключається до неї, переналаштовуючись на її частоту.

Перепід'єднання звичайно відбувається у тому випадку, якщо станцію було фізично переміщено вдалину від крапки доступу, що викликало ослаблення сигналу. В інших випадках повторне під'єднання відбувається через зміну радіочастотних характеристик будинку, чи просто через великий мережний трафік первісною крапкою доступу. В останньому випадку ця функція протоколу відома як "балансування навантаження", тому що її головне призначення – розподіл загального навантаження на бездротову мережу найбільш ефективно всією доступною інфраструктурою мережі.

Процес динамічного під'єднання і перепід'єднання дозволяє мережним адміністраторам налаштовувати бездротові мережі з дуже широким покриттям, створюючи "стільники", що частково перекриваються. Ідеальним варіантом є такий, за якого сусідні крапки доступу, що перекриваються, будуть використовувати різні DSSS канали, щоб не створювати завад у роботі один одному (див. рис. 1.3).

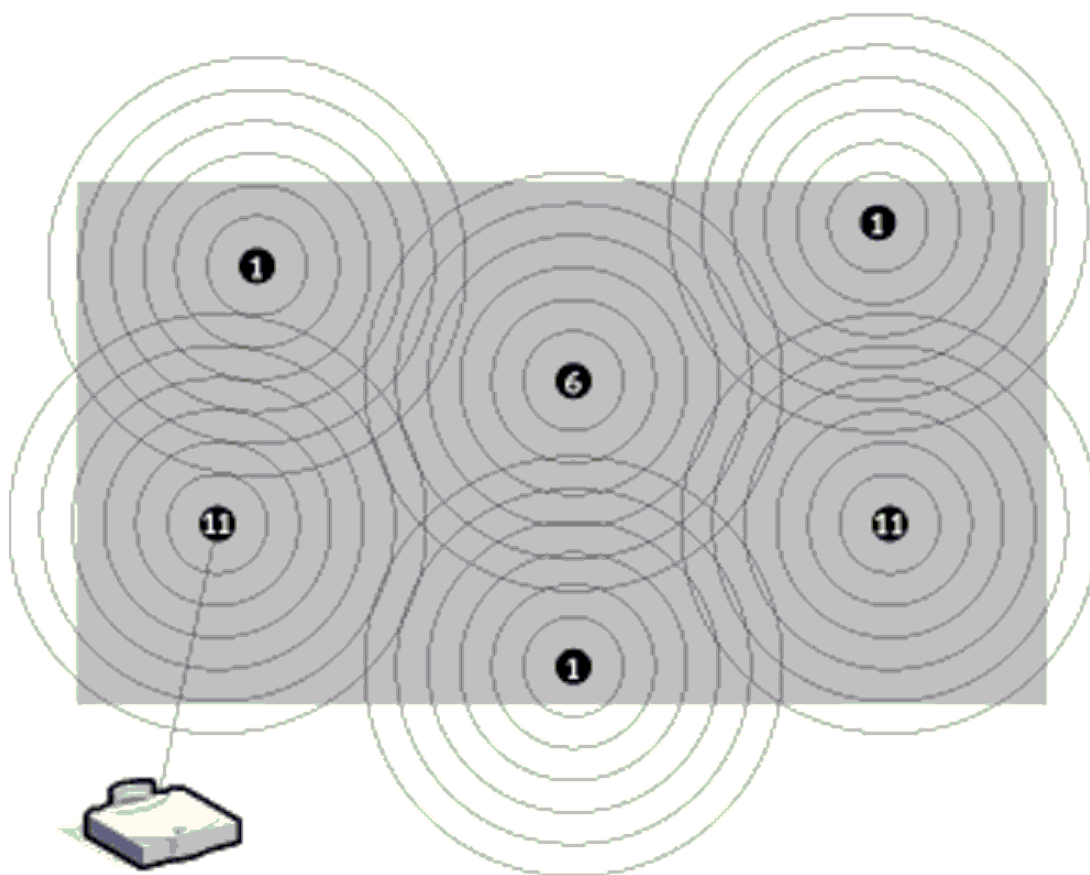


Рисунок 1.3 – Схема розташування крапок доступу у прямокутному приміщенні й вірного призначення каналів

Стандартом IEEE 802.11b передбачене використання частотного діапазону від 2,4 до 2,4835 ГГц, що призначено для безліцензійного використання в промисловості, науці і медицині. Дозвіл видається виготовлювачеві і передається замовникові після придбання продукту у виді сертифіката.

1.3 Технологія розширення спектра

На фізичному рівні, стандартом IEEE 802.11 передбачено два типи радіоканалів (DSSS і FHSS), що розрізняються способом модуляції, але використовують ту саму технологію розширення спектра.

Від початку, методи розширення спектра створювалися для розвідувальних і військових цілей. Основна ідея методу полягає в тому, щоб розподілити інформаційний сигнал широкою смугою радіодіапазону, що в підсумку дозво-

лить значно ускладнити або унеможливити перехоплення сигналу. Принцип роботи методів складається в «розмазуванні» радіосигналу широкою смугою частот з використанням спеціальних алгоритмів розподілу. Генерація широкосмугових сигналів (також, шумоподібних сигналів) здійснюється за допомоги генератора псевдовипадкової послідовності (Pseudorandom Number Generator, PNG), що задає алгоритм розподілу. Кожен приймальний пристрій для декодування повідомлення мусить знати кодову послідовність. Пристрої, що мають різні PN, фактично не зв'язуються один з одним. Оскільки потужність сигналу розподіляється широкою смугою частот, він своїми спектральними характеристиками нагадує шум у радіоканалі.

У системах бездротової передачі інформації застосовуються два методи розширення спектра: FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum) і DSSS (Direct Hopping Spread Spectrum).

У методі FHSS приймач і передавач синхронно кожні кілька мілісекунд перелаштовуються на різні носійні частоти відповідно до алгоритму, що задається псевдовипадковою послідовністю. Лише приймач, що використовує ту ж саму послідовність, може прийняти повідомлення. За цього передбачається, що інші системи, що працюють у тому ж частотному діапазоні, використовують інші послідовності і тому практично не заважають один одному. Для тих випадків, коли два передавачі намагаються використовувати ту ж саму частоту одночасно, передбачений протокол дозволу зіткнень, відповідно до якого передавач робить спробу повторно надіслати дані на наступній у послідовності частоті.

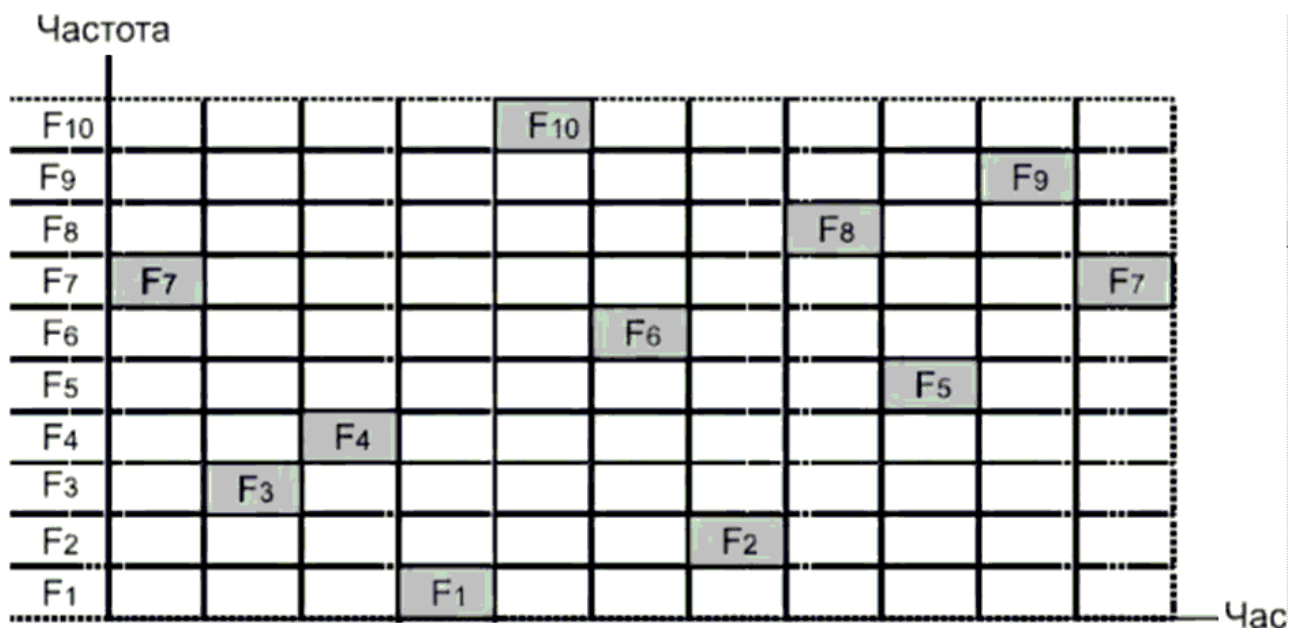
Метод DSSS можна пояснити у такий спосіб. Уся широка смуга робочих частот поділяється на деяке число підканалів – у стандарті 802.11 цих підканалів передбачено одинадцять. Кожен переданий розряд інформації перетворюється відповідно до заздалегідь зафіксованого алгоритму на послідовність з одинадцяти розрядів, і ці одинадцяти розрядів передаються одночасно і паралельно, використовуючи всі одинадцять підканалів. За приймання, отримана пос-

лідовність розрядів декодується з використанням того ж алгоритму, що й за її кодування. Інша пара приймач-передавач може використовувати інший алгоритм кодування-декодування, і таких різних алгоритмів може бути дуже багато.

Кожний із двох методів широкосмугового передавання має як свої переваги, так й свої недоліки. Метод DSSS дозволяє досягти більшої в порівнянні з FHSS пропускнуєї здатності, забезпечує більш високу стійкість до вузькосмугових завад і більшу дальність зв'язку. Однак технологія DSSS вимагає більш складного і дорогого устаткування, ніж FHSS. Тому продукція для FHSS випускається значно великою кількістю компаній. Ще одна перевага FHSS-пристроїв (на відміну від DSSS) – здатність зберігати працездатність в умовах широкосмугових завад. Правда, часто вони самі створюють завади звичайним вузькосмуговим пристроям, але це завади з низькою спектральною щільністю.

1.3.1 Метод розширення спектра стрибкоподібним перелаштовуванням частоти

Для того, щоб радіообмін не можна було перехопити чи придушити вузькосмуговим шумом, було запропоновано звійснювати передачу із сталою зміною носійної в межах широкого діапазону частот. У результаті, потужність сигналу розподілятиметься усім діапазоном, і прослуховування якоїсь визначеної частоти давало тільки невеликий шум. Послідовність носійних частот вибиралася псевдовипадковою (див. рис. 1.4), відомою лише передавачеві й приймачеві. Намагання придушення сигналу в якомусь вузькому діапазоні також не занадто погіршувало сигнал, тому що придушувалася тільки невелика частина інформації.



Послідовність перелаштовування частоти: F7-F3-F4-F1-F10-F6-F2-F8-F5-F9-F7

Рисунок 1.4 – Розширення спектра стрибкоподібним перелаштовуванням частоти

Протягом визначеного фіксованого інтервалу часу передача ведеться на незмінній носійній частоті. На кожній носійній частоті для передавання дискретної інформації застосовуються стандартні методи модуляції. Для того, щоб приймач синхронізувався з передавачем, для позначення початку кожного періоду передачі, протягом деякого часу передаються синхробіти. Отже, корисна швидкість даного методу кодування виявляється меншою через сталі накладні витрати на синхронізацію. Носійна частота змінюється відповідно до номерів частотних підканалів, визначених алгоритмом псевдовипадкових чисел. Псевдовипадкова послідовність залежить від деякого параметра, що називають початковим числом. Якщо приймачеві й передавачеві відомі алгоритм і значення початкового числа, то вони змінюють частоти в однаковій послідовності, яка називається послідовністю псевдовипадкового перелаштовування частоти.

Якщо частота зміни підканалів менше, ніж швидкість передавання даних у каналі, то такий режим називається повільним розширенням спектра (див.

рис. 1.5). В іншому випадку – швидке розширення спектра (див. рис. 1.6).

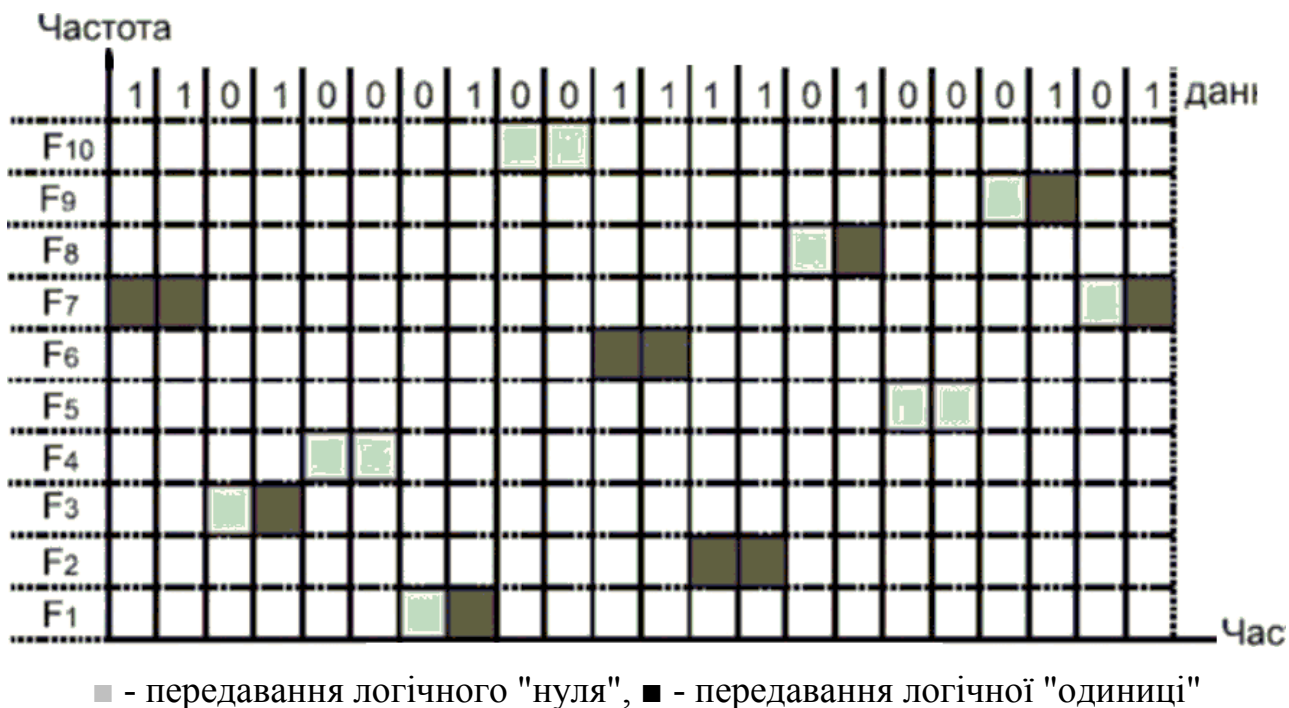


Рисунок 1.5 – Повільне розширення спектра

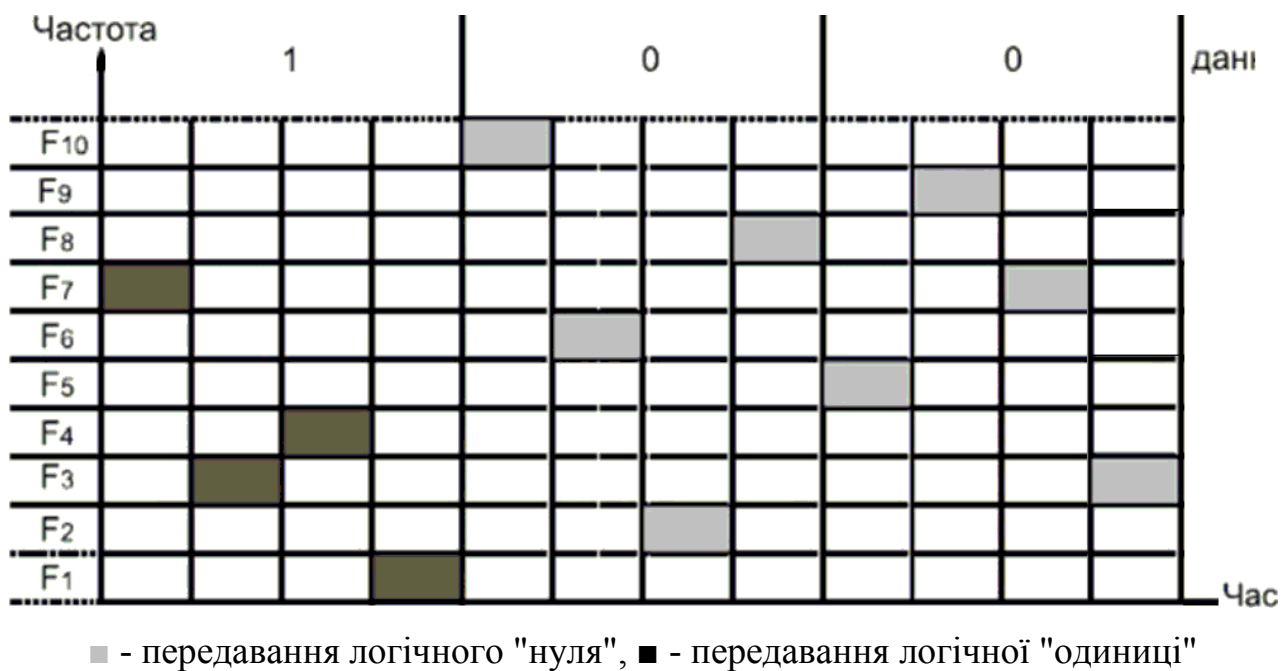


Рисунок 1.6 – Швидке розширення спектра

Метод швидкого розширення спектра більш стійкий до завад, оскільки вузькосмугова завада, що придушує сигнал у визначеному підканалі, не призводить до втрати біта через те, що значення сигналу повторюється кілька разів на різних частотних підканалах. У цьому режимі не проявляється ефект міжсимвольної інтерференції, оскільки завчасно до приходу сигналу, затриманого уздовж одного зі шляхів, система встигає перейти на іншу частоту.

Метод повільного розширення спектра такою властивістю не володіє, але він простіший у втіленні і має менші накладні витрати.

Структурну схему збудовача передавача за методом FHSS наведено на рис. 1.7. Користуцькі дані (послідовність відеоімпульсів), зформовані на виході кодера, надходять на вхід FSK-модулятора. Модульовані радіоімпульси надходять на перший вхід мікшера (перетворювача частоти), а ВЧ-коливання носійної частоти, зформовані на виході синтезатора частот, подаються на другий вхід змішувача. Внаслідок цього, користувацькі дані переносяться до верхньої області спектра. Поточне значення носійної частоти, зформоване на виході синтезатора, визначається псевдовипадковою послідовністю на виході PN-генератора. У підсумку, на виході радіопередавача формується послідовність радіоімпульсів зі стрибкоподібно мінливою частотою.

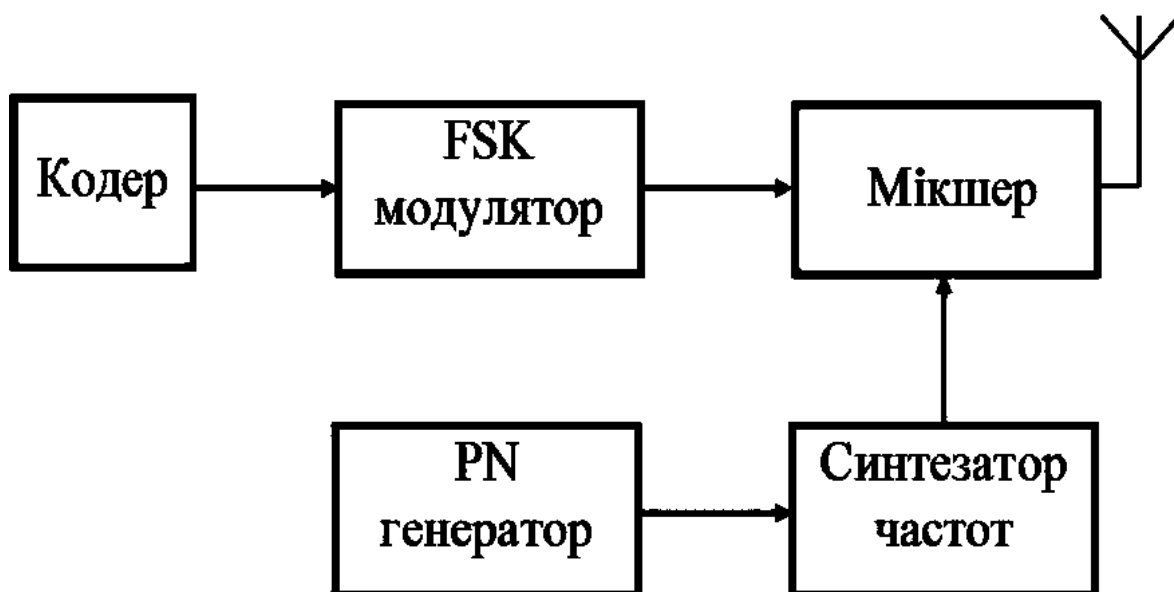


Рисунок 1.7 – Метод стрибкоподібного розширення спектра у збурювачі передавача

У радіоприймачі (див. рис. 1.8) послідовність радіоімпульсів зміщується до області більш низьких частот. Ця операція здійснюється синтезатором частот приймача, який працює з однойменним блоком передавача. Далі зміщений сигнал обробляється FSK-демодулятором і декодером.

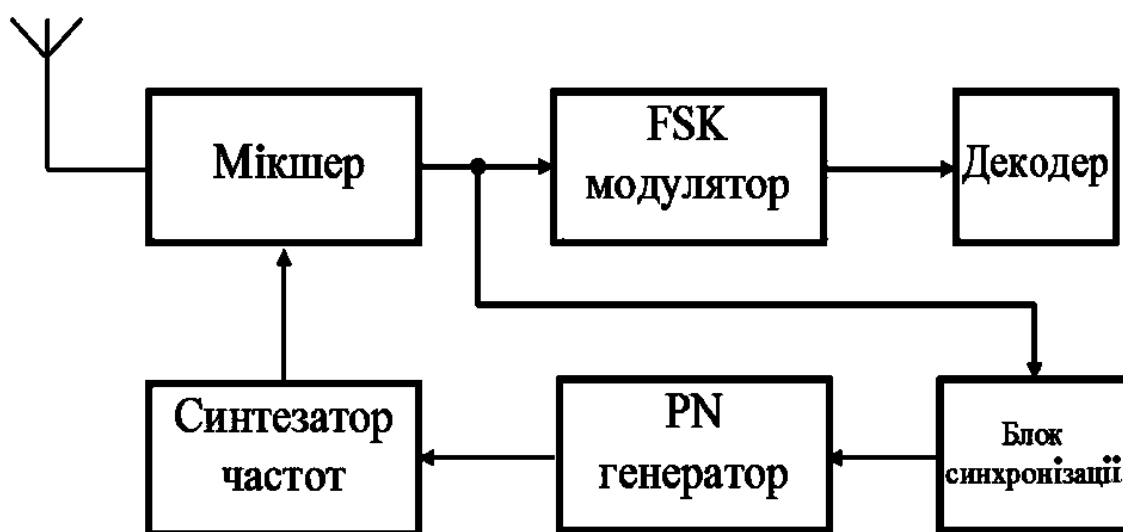


Рисунок 1.8 – Приймач сигналів із стрибкоподібним розширенням спектра

Методи FHSS використовуються в бездротових технологіях IEEE 802.11 і Bluetooth.

Бездротові локальні мережі FHSS підтримують швидкості передачі 1 і 2 Мбит/с. Пристрої FHSS поділяють призначену для їхньої роботи смугу частот від 2,402 до 2,480 ГГц на 79 каналів, що неперекриваються (це справедливо для Північної Америки і більшої частини Європи). Ширина кожного з 79 каналів складає 1 МГц, тому бездротові локальні мережі FHSS використовують відносно високу швидкість передачі символів - 1 МГц - і набагато меншу швидкість перелаштовування з каналу на канал.

Послідовність перелаштовування частоти мусить мати наступні параметри: частота перестрибувань - не менше 2,5 разів на секунду щонайменше між шістьма (6 МГц) каналами. Щоб мінімізувати число колізій між зонами пок-

риття, що перекриваються, можливі послідовності перестрибувань мусять бути розбиті на три набори послідовностей, довжина яких для Північної Америки і більшої частини Європи складає 26. У табл. 1.1 подано схеми стрибкоподібного перелаштовування частоти, що забезпечують мінімальне перекриття.

Таблиця 1.1 Схема FHSS для Північної Америки і Європи

Набір	Схема стрибкоподібного перелаштовування частоти
1	{0,3,6,9,12,15,18,21,24,27,30,33,36,39,42,45,48,51,54,57,60,63,66,69,72,75}
2	{1,4,7,10,13,16,19,22,25,28,31,34,37,40,43,46,49,52,55,58,61,64,67,70,73,76}
3	{2,5,8,11,14,17,20,23,26,29,32,35,38,41,44,47,50,53,56,59,62,65,68,71,74,77}

Фактично, схема стрибкоподібного перелаштовування частоти забезпечує неквапливий перехід з одного можливого каналу на іншій таким чином, що після кожного стрибка покривається смуга частот, щонайменше рівна 6 МГц, завдяки чому у багатстільникових мережах мінімізується можливість виникнення колізій.

1.3.2 Метод прямого послідовного розширення спектра

У методі прямого послідовного розширення спектра також використовується весь частотний діапазон, виділений для однієї бездротової лінії зв'язку. На відміну від методу FHSS, тут весь частотний діапазон займається не за рахунок невинних перемикань з однієї частоти на іншу, а за рахунок того, що кожний біт інформації замінюється N бітами, кожний з яких передається на визначеній частоті. Така заміна означає, що спектр сигналу також розширюється в N разів. Досить відповідним чином вибрати значення N , щоб спектр сигналу заповнив весь діапазон. Іншими словами, у DSSS розширення спектра здійснюється шляхом прямого множення інформаційної одиниці (0 чи 1) на псевдовипадкову по-

слідовність. Послідовність вибирається таким чином, що б сторонньому спостерігачеві вона здавалася випадковою. Тобто, її властивості мусять бути схожі на властивості шуму.

Мета кодування методом DSSS та ж, що й методом FHSS – підвищення стійкості до завад. Вузькосмугова завада спотворюватиме лише визначені частоти спектра сигналу, так що приймач з великим ступенем імовірності зможе правильно розпізнати передану (прийняту) інформацію. Код, яким замінюється двійкова одиниця вихідної інформації, називається розширювальною послідовністю. Двійковий нуль кодується інверсним значенням розширювальної послідовності. Приймачі мусять знати розширювальну послідовність, що використовує передавач, щоб зрозуміти передану інформацію.

Довжина розширювальної послідовності визначає коефіцієнт розширення вихідного коду. Як і у випадку FHSS, для кодування битів результуючого коду може використовуватися будь-який вид модуляції. Чим більше коефіцієнт розширення, тим ширше спектр результуючого сигналу і тим більше ступінь придушення завад. Але за цього зростає займаний каналом діапазон спектра.

Використані для розширення спектра сигналу псевдошумові послідовності мусять задовольняти визначеним вимогам автокореляції. Якщо підібрати таку псевдошумову послідовність, для якої функція автокореляції матиме різко виражений пік лише для одного моменту часу, то такий інформаційний сигнал можливо буде виділити на рівні шуму. Такими властивостями володіють послідовності Баркера. Саме вони застосовуються в технологіях стандарту IEEE 802.11. Послідовності Баркера мають найбільш довершені автокореляційні характеристики, тому що забезпечують найменший рівень бічних пелюсток автокореляційної функції. Іншими словами, забезпечується різко виражений пік автокореляційної послідовності.

У приймачі отриманий сигнал домножується на код Баркера (обчислюється кореляційна функція сигналу), внаслідок чого він стає вузькосмуговим. Ому далі його фільтрують у вузькосмуговому фільтрі з шириною смуги пропус-

кання, що відповідає подвоєній швидкості передавання. Будь-яка завада, що потрапляє до смуги вхідного широкосмугового сигналу, після домножування на код Баркера, навпаки, стає широкосмуговою. Тому до вузької інформаційної смуги потрапляє лише частина завади, за потужністю приблизно в 11 разів менша, ніж завада, що діяла на вході приймача.

Тобто, основний сенс використання кодів Баркера полягає у тому, щоб, маючи можливість передавати сигнал практично на рівні шумів, гарантувати високий ступінь імовірності прийнятої інформації.

Структурну схему збудовача передавача за методом DSSS наведено на рис. 1.9. На перший вхід помножувача надходить черговий інформаційний розряд з двійкової інформаційної послідовності a_n . На другий вхід помножувача подається 11-позиційна послідовність Баркера, зформована PN-генератором. На виході помножувача для кожного розряду інформаційного повідомлення формується прямий 11-позиційний код Баркера у випадку передавання логічної одиниці і інверсний код – у випадку логічного нуля. Зформовані таким чином послідовності 11-позиційних кодів Баркера, надходять на вхід BPSK-модулятора.

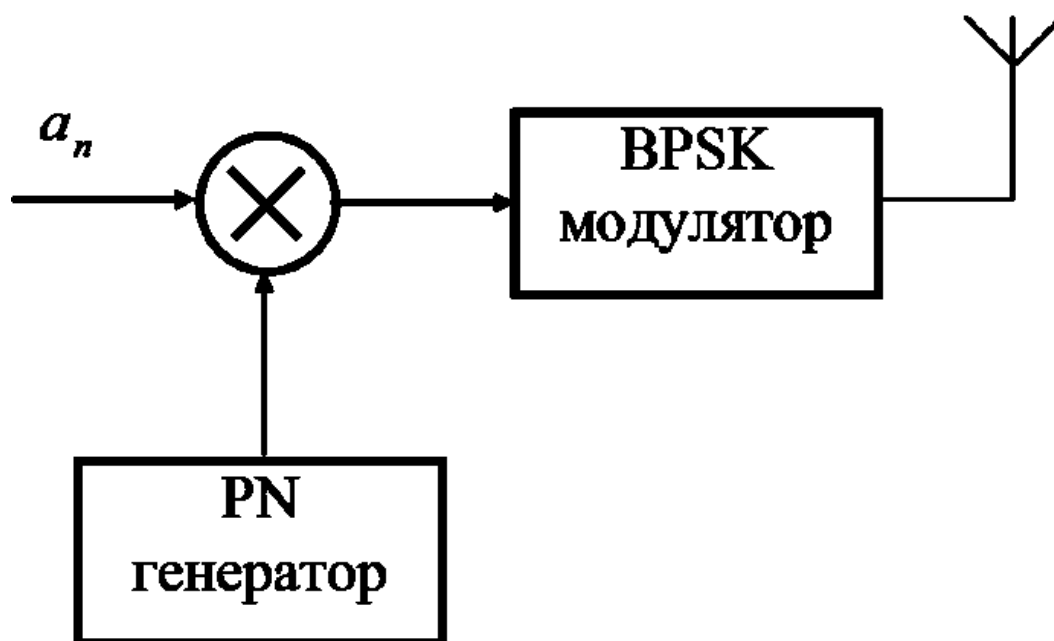


Рисунок 1.9 – Метод прямого послідовного розширення спектра у збудовачі

передавача

На приймальному боці (див. рис. 1.10), демодульований розширений сигнал домножується на той же самий 11-позиційний код Баркера, а потім інтегрується (обчислюється автокореляційна функція сигналу). Внаслідок цього сигнал стає знову вузькосмуговим, тому далі його фільтрують у вузькосмуговому фільтрі.

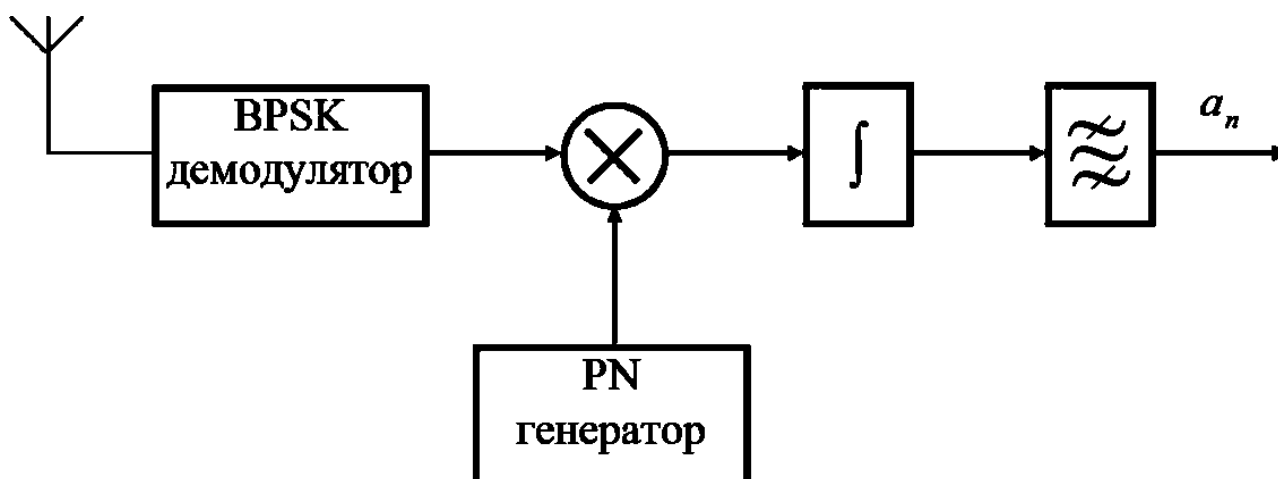


Рисунок 1.10 – Приймач сигналів із прямим послідовним розширенням спектра

Будь-яка завада, що потрапляє до смуги вхідного широкосмугового сигналу, після домножування на псевдощумову послідовність, стає широкосмуговою й обрізується фільтром, а до вузької інформаційної смуги потрапляє лише частина завади, за потужністю значно менша, ніж завада, що діяла на вході приймача. Такий приймач називається кореляційним і є оптимальним для приймання сигналів на тлі білого гаусівського шуму.

1.4 Вибір типу сигналу для дослідження

Пересічні користувачі бездротових мереж стандарту Wi-Fi відзначають стрімке погіршення пропускної здатності, що є наслідком, перш за все, величе-

зної кількості маршрутизаторів, встановлених мешканцями багатоквартирних будинків. Ситуацію погіршує спільне використання безлічі пристроїв, що працюють у неліцензованому діапазоні частот. Статистика [1] свідчить про 100 мільярдів Wi-Fi-пристроїв в усьому світі. Це призводить до необхідності виділення все нових неліцензованих діапазонів частот.

Другою причиною є невпинне збільшення запитів користувачів на швидкість передавання інформації. Це призводить до необхідності збільшення смуги пропускання. Внаслідок чого скорочується кількість каналів у виділеному діапазоні робочих частот.

Особливо проблематичним є виставковий павільйон, на малій площі (одиниці тисяч квадратних метрів) якого звичайно зосереджується по кілька сотен Wi-Fi-пристроїв. Участь автора у запорізькому ІТ-форумі дозволила особисто пересвідчитись у недостатній електромагнітній сумісності наявних крапок доступу: керування виставковими стендами з мізерними обсягами інформації на передавання/приймання переривалось до десятка разів на годину.

Чи можливе відшукування резервів у наявних стандартах?

З метою підвищення завадостійкості, стандартом IEEE 802.11 передбачено два різні методи передавання радіосигналу з розширенням спектра: метод перестрибування з однієї носійної частоти на іншу (Frequency Hopping Spread Spectrum – FHSS) й метод прямої послідовності (Direct Sequence Spread Spectrum – DSSS).

Для використання методу FHSS частотний діапазон 2,4...2,4835 ГГц ділиться на 79 каналів шириною 1 МГц кожний. Одночасно дані передаються лише в одному каналі. В якості закону модуляції використовується двохрівневе гаусівське перемикавання частот (2-level GFSK), що дозволяє досягнути швидкості передавання даних 1 Мб/с. Наявні лише 22 схеми перемикавання частот. Перемикавання відбувається дуже часто через малу ширину каналу. Тому під час роботи в режимі FHSS використовуються усі канали, тобто, весь доступний частотний діапазон. Через це, тут важко щось запропонувати з метою збільшення

пропускної здатності Wi-Fi-мережі.

Для використання методу DSSS частотний діапазон 2,4...2,4835 ГГц ділиться на 11...14 каналів (в залежності від країни), що перетинаються, шириною 22 МГц кожний (див. рис. 1.11). Одночасно дані передаються лише в одному каналі. Для передавання даних використовується дворівнева модуляція: пряме розширення спектру вузькосмугового інформаційного повідомлення за допомогою 11-позиційного коду Баркера з наступним модулюванням носійної із використанням методів BPSK або QPSK, що дозволяє досягнути швидкості передавання даних 1 Мб/с або 2 Мб/с, відповідно.

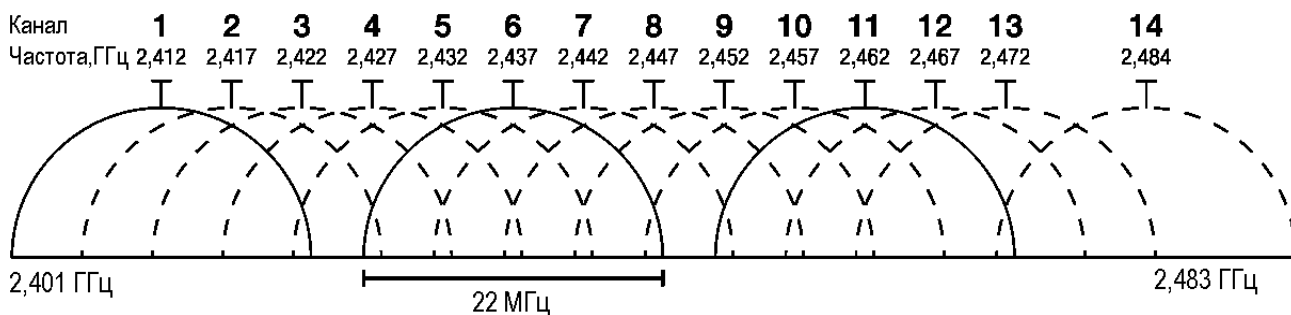


Рисунок 1.11 – Частотні канали DSSS

Зважаючи на існування лише однієї комбінації 11-позиційного коду Баркера [2, с. 416], не важко дійти висновку (див. рис. 1.11), що на одній території можуть одночасно використовуватися лише три канали: 1, 6 й 11. Наявність же 14 різних 11-позиційних кодів Баркера дозволить одночасно й беззавадно використовувати усі 14 каналів.

1.5 Постановка завдання наукової роботи

Задачею наукової роботи є підвищення пропускної здатності радіоканалу стандарту IEEE-802.11.

Для досягнення поставленої задачі необхідно:

- а) провести аналіз відомих алгоритмів отримання кодових послідовностей з метою визначення шляхів їхньої оптимізації;
- б) сформувати нові 11-позиційні маніпуляційні коди, що забезпечують малий рівень бічних пелюсток на виході оптимального фільтра;
- в) розробити структуру фільтра стиснення для цих кодів, яка б забезпечила мінімальний рівень бічних пелюсток корисного сигналу на виході узгодженого фільтра;
- г) розробити методику формування ансамблю сигналів;
- д) розробити спосіб підвищення пропускної здатності радіоканалу стандарту IEEE-802.11.

2 ОГЛЯД ВІДОМИХ КОДОВИХ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ І СПОСОБІВ ЇХ ОТРИМАННЯ

2.1 Загальний опис фазокодоманіпульованих сигналів

Фазоманіпульований сигнал – це послідовність N прямокутних радіоімпульсів (відеоімпульси з високочастотним заповненням ω_0) однакової тривалості τ_0 й амплітуди A :

$$s(t) = \begin{cases} A \cdot \sin[\omega_0 \cdot t + \varphi(t)], & 0 < t < N \cdot \tau_0 \\ 0, & t < 0 \\ 0, & t > N \cdot \tau_0 \end{cases}, \quad (2.1)$$

де $\varphi(t) = \varphi_{0i} = \text{const}$ за $(i-1) \cdot \tau_0 < t < i \cdot \tau_0$, $i = 0 \dots N-1$.

Закон $\varphi(t)$ зміни початкової фази φ_0 кожного парціального радіоімпульсу визначає форму автокореляційної функції фазоманіпульованого сигналу і структуру фільтра його стиснення. І лише деякі закони зміни початкових фаз імпульсів забезпечують необхідні для радіолокаційних застосувань форми функцій і структури фільтрів, що забезпечують:

- а) малу тривалість головної пелюстки;
- б) велике перевищення рівня головної пелюстки над бічними.

2.2 Коди Баркера

Коди Баркера існують лише для порівняно коротких послідовностей (див. табл. 2.1). Початкові фази φ_0 парціальних радіоімпульсів можуть приймати значення 0° або 180° (+ або – у табл. 2.1, відповідно). Рівень бічних пелюсток (РБП) для кодів Баркера становить величину $1/N$.

Таблиця 2.1 – Коды Баркера

N_{pi}	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	k_6	k_7	k_8	k_9	k_{10}	k_{11}	k_{12}	k_{13}	РБП
3	–	+	+											$-1/3$
4	+	–	+	+										$\pm 1/4$
4	–	+	+	+										$\pm 1/4$
5	+	–	+	+	+									$1/5$
7	–	+	–	–	+	+	+							$-1/7$
11	–	+	–	–	+	–	–	–	+	+	+			$-1/11$
13	+	–	+	–	+	+	–	–	+	+	+	+	+	$1/13$

Послідовності, записані у зворотному напрямку до кодів Баркера, мають ті ж властивості, що й прямі коди. Інверсні послідовності до кодів Баркера так само є кодами Баркера.

Автокореляційна функція кодової послідовності Баркера визначається виразом:

$$R(t) = \begin{cases} N, & n = 0 \\ 0, & n = 2 \cdot i + 1, \\ \pm 1, & n = 2 \cdot i \end{cases} \quad (2.2)$$

Структурну схему фільтра, узгодженого зі структурою фазоманіпульованого 11-позиційним кодом Баркера сигналу, наведено на рис. 2.1.

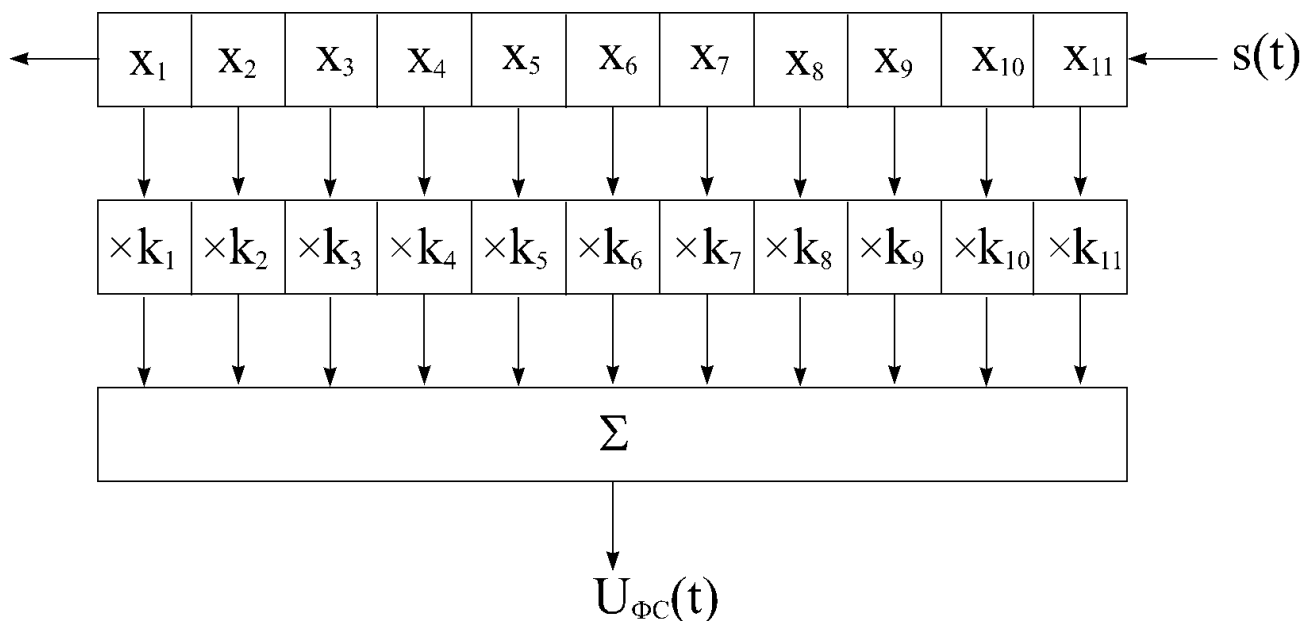


Рисунок 2.1 – Структурна схема фільтра стиснення фазоманіпульованого кодом Баркера сигналу

Відповідно до виразу (2.1), на вхід фільтра стиснення надходять відліки вхідного сигналу $s(t)$ у вигляді фазоманіпульованих за кодом Баркера сигналів. Вхідним пристроєм фільтра є багатовідвідна лінія затримки (набір тригерів, регістрів, елементів пам'яті тощо), число відводів якої дорівнює числу позицій маніпуляційного коду $N=11$. Фільтрація вхідного сигналу здійснюється у ковзкому вікні: після обробки усіх 11 відліків вхідного сигналу, вміст кожної i -комірки пересувається до $(i-1)$ -комірки. За цього, вміст комірки x_1 вибуває з обробки, а до комірки x_{11} надходить черговий відлік вхідного сигналу $s(t)$.

Алгоритм фільтрації складається у домноженні амплітуди кожного елемента ковзкого вікна на коефіцієнти k_i , що відповідають структурі очікуваного (шуканого) сигналу (див. табл. 2.1): знак "+" відповідає $k_i=1$, знак "-" відповідає $k_i=-1$. Якщо ковзке вікно заповнене усіма $N=11$ відліками фазоманіпульованого сигналу, узгодженого зі структурою фільтра стиснення, то на виході такого оптимального фільтра відбудеться когерентне накопичення корисного сигналу. У випадках, коли не всі елементи ковзкого вікна заповнені відліками корисного сигналу, на виході пристрою спостерігатимуться лише бічні пелюстки фільтра.

На жаль, на даний момент, першоджерело [3] 1953 року випуску громадськості не доступний. Тому, проаналізувати спосіб отримання Баркером його кодових послідовностей не є можливим...

2.3 М-послідовності

Серед фазоманіпульованих сигналів особливе місце займають сигнали, кодові послідовності яких є послідовностями максимальної довжини або М-послідовностями. Такі послідовності мають наступні основні властивості:

- М-послідовність є періодичною з періодом, що складається з N імпульсів (символів);
- бічні пелюстки періодичної автокореляційної функції сигналів, утворених М-послідовністю, рівні $1/N$. Але так само періодично повторюються й головні пелюстки;
- автокореляційна функція усіченої М-послідовності, під якою розуміється неперіодична послідовність довжиною в період N , має величину бічних пелюсток, близьку до $1/\sqrt{N}$. Тому із зростанням N величина бічних пелюсток зменшується.

Як й у випадку кодів Баркера, за побудови М-послідовностей, власне, не розв'язується задача синтезу. Навпроти, відповідно до апріорного алгоритму, складається послідовність, а потім досліджуються її властивості.

2.4 Вибір напрямку дослідження

Оскільки завдання пошуку кодових послідовностей для фазоманіпульованих імпульсів шляхом оптимізації виду автокореляційної функції за критерієм максимуму відношення рівнів головної до рівня бічних пелюсток уже розв'язана, то викликає зацікавленість оптимізації структури узгодженого фільтра фазоманіпульованих сигналів.

3 ОПТИМІЗАЦІЯ СТРУКТУРИ УЗГОДЖЕНОГО ФІЛЬТРА ФАЗОМАНІПУЛЬОВАНИХ СИГНАЛІВ

3.1 Вибір об'єкта оптимізації

Аналіз структури узгодженого фільтра фазоманіпульованих сигналів (див. рис. 2.1) вказує на те, що ні лінія затримки (ковзке вікно) $x_1, \dots, x_{11}$, ні суматор не мають ступенів волі. І лише один елемент фільтра може змінюватися – значення вагових коефіцієнтів множників $k_1, \dots, k_{11}$...

Оскільки основні роботи з пошуку оптимальних кодових послідовностей для фазоманіпульованих сигналів виконувалися в епоху дискретної імпульсної елементної бази (тобто, у домікропроцесорну добу), то цілком природно, що значення вагових коефіцієнтів помножувачів становить +1 чи -1. Тоді це гарантувало простоту й дешевину втілення фільтрів стиснення – на тригерах, суматорах й інверторах.

З появою же мікропроцесорів, що вміють робити математичні операції із дробовими числами без обмежень на їхню розрядність (після коми), з'являється можливість оптимізації імпульсної характеристики узгодженого фільтра шляхом варіювання значеннями вагових коефіцієнтів k_i .

3.2 Оптимізація імпульсної характеристики узгодженого фільтра для ФКМ-сигналу

Для знаходження значень вагових коефіцієнтів k_i (див. рис. 2.1), складемо наступну систему рівнянь щодо невідомих a_i й x_i :

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^i a_j \cdot x_{N-i+j} = c_i, & i = 1, \dots, N-1 \\ \sum_{j=1}^N a_j \cdot x_j = N, & i = N \\ \sum_{j=i-N+1}^N a_j \cdot x_{N-i+j} = c_i, & i = N+1, \dots, 2 \cdot N-1 \end{cases}, \quad (3.1)$$

де a_i мають сенс шуканих значень кодової послідовності довжини $N=11$ (див. k_i у табл. 2.1 та на рис. 2.1);

x_i має сенс шуканих вагових коефіцієнтів на рис. 2.1;

c_i має сенс рівня бічних пелюсток.

Оскільки рівень бічних пелюсток не мусить перевищувати ± 1 , а рівень головної пелюстки бути не меншим за N , то система рівнянь (3.1) мусить бути перетворена на систему нерівностей:

$$\begin{cases} \left| \sum_{j=1}^i a_j \cdot x_{N-i+j} \right| \leq 1, & i = 1, \dots, N-1 \\ \sum_{j=1}^N a_j \cdot x_j \geq N, & i = N \\ \left| \sum_{j=i-N+1}^N a_j \cdot x_{N-i+j} \right| \leq 1, & i = N+1, \dots, 2 \cdot N-1 \end{cases}, \quad (3.2)$$

Задача пошуку розв'язків отриманої системи нерівностей може бути виконана безпосередньо тим або іншим методом нелінійної багатомірної оптимізації, а може бути зведена до пошуку розв'язання задачі лінійного програмування. Всі згадані методи достатньо пророблені й описані у відповідній фаховій літературі.

Серед всіх знайдених розв'язків системи (3.2) для бажаного N необхідно відібрати той набір вагових коефіцієнтів k_i і кодів a_i , за якого на виході узгодженого фільтра утворюється максимальне відношення рівня головної пелюстки до рівня бічних пелюсток.

4 ОПИС РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

4.1 Знайдені нові кодові послідовності

У табл. 1 наведено знайдені 11-розрядні кодові послідовності.

Таблица 5.1 – Знайдені кодові послідовності для фазової маніпуляції

k ₁	k ₂	k ₃	k ₄	k ₅	k ₆	k ₇	k ₈	k ₉	k ₁₀	k ₁₁	k _{ст}	M ₊	M ₋
–	+	–	+	–	–	+	+	+	+	+	14,20	7	4
–	+	–	–	+	–	–	–	+	+	+	11,91	5	6
–	+	–	+	+	+	+	–	–	+	+	8,92	7	4
–	+	+	–	–	+	–	+	+	+	+	8,86	7	4
–	+	+	–	–	–	+	+	+	+	+	8,37	7	4
+	–	–	+	–	–	–	+	+	+	+	8,19	6	5
+	–	+	–	+	–	–	+	+	+	+	8,11	7	4
–	+	–	+	–	–	+	–	–	+	+	8,09	5	6
+	–	+	–	–	+	–	–	–	+	+	8,03	5	6
–	+	–	+	+	+	–	+	+	–	+	8,02	7	4
–	+	+	–	–	+	+	+	+	–	+	7,95	7	4
–	–	+	+	–	–	+	–	+	+	+	7,94	6	5
–	–	–	+	+	+	–	+	+	+	+	7,87	7	4
+	–	+	–	–	+	+	+	+	+	+	7,67	8	3
+	+	–	–	+	–	+	+	+	+	+	7,48	8	3
–	+	–	+	+	–	–	+	+	+	+	7,45	7	4
+	+	–	–	–	+	–	+	+	+	+	7,41	7	4
+	+	–	–	+	+	–	+	+	+	+	7,30	8	3
+	–	–	+	+	+	+	–	+	–	+	7,22	7	4
+	+	–	+	+	–	–	–	+	+	+	7,02	7	4
–	+	–	+	+	+	+	+	–	+	+	6,94	8	3
–	–	+	+	–	+	–	+	+	+	+	6,93	7	4
–	+	+	–	–	–	–	–	+	–	+	6,93	4	7
–	–	–	+	–	–	+	+	+	+	+	6,90	6	5
+	–	–	–	+	+	–	+	+	–	+	6,83	6	5
–	+	–	+	–	–	–	+	+	–	+	6,83	5	6
–	+	–	+	–	–	+	+	+	–	+	6,81	6	5
+	–	–	+	–	–	–	–	+	–	+	6,79	4	7
–	+	+	+	–	+	–	+	+	+	+	6,77	8	3
+	–	–	+	+	–	–	–	+	–	+	6,68	5	6
+	–	+	–	–	+	+	+	–	+	+	6,63	7	4
–	–	–	+	+	–	+	+	+	+	+	6,62	7	4

+	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	6,51	6	5
-	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	6,49	8	3

У перших двох рядках табл. 1 розташовано послідовності з коефіцієнтом стиснення сигналу, більшим за $N=11$. Тобто, з рівнем бічних пелюсток меншим, ніж $1/N$. Для псевдошумової послідовності, що відповідає 11-позиційному кодові Баркера, отримано не найліпший коефіцієнт стиснення (код Баркера наведено у другому рядку табл. 1).

Параметри M_+ й M_- надають інформацію про збалансованість чи не збалансованість послідовності. Але кожна цифрова система зв'язку містить скремблер, який може без будь-яких проблем усунути недолік незбалансованості псевдошумової послідовності.

4.2 Автокореляційна функція нових кодових послідовностей

На рис. 4.1 наведено ненормовану автокореляційну функцію 11-позиційного кода Баркера. На рис. 4.2 й 4.3 наведено ненормовані автокореляційні функції нових кодових послідовностей з $k_{ст}=14,20$ й $k_{ст}=8,19$, відповідно. Видно, що автокореляційні функції мають більший рівень бічних пелюсток, ніж код Баркера, а також можуть мати меншу кількість бічних пелюсток нульової амплітуди (див. $n=5, 9, 11, 15$ на рис. 4.3).

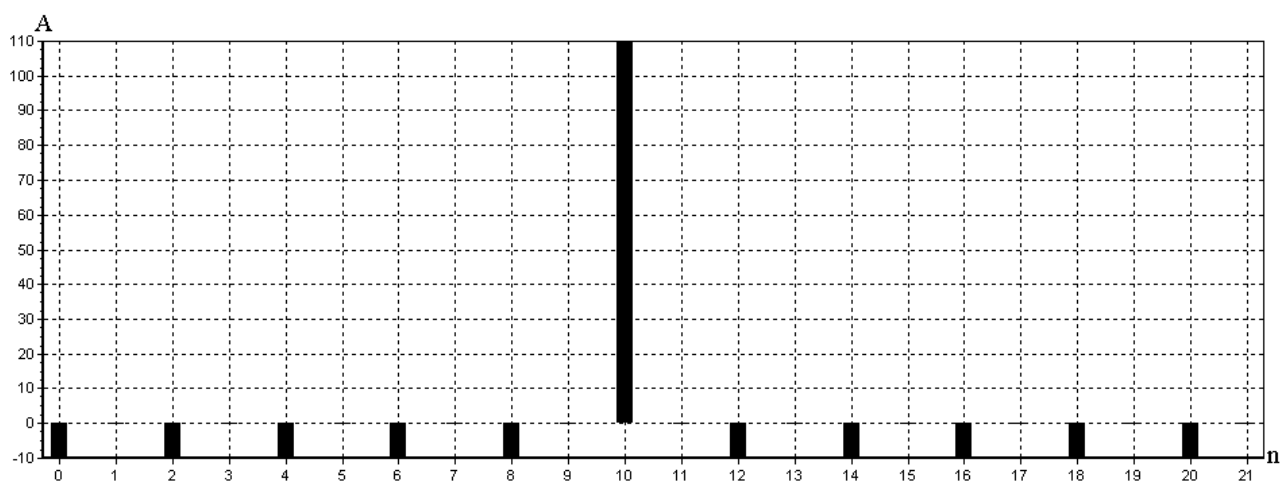


Рисунок 4.1 – Автокореляційна функція 11-позиційного кода Баркера
($k_{\text{ст}}=N=11$)

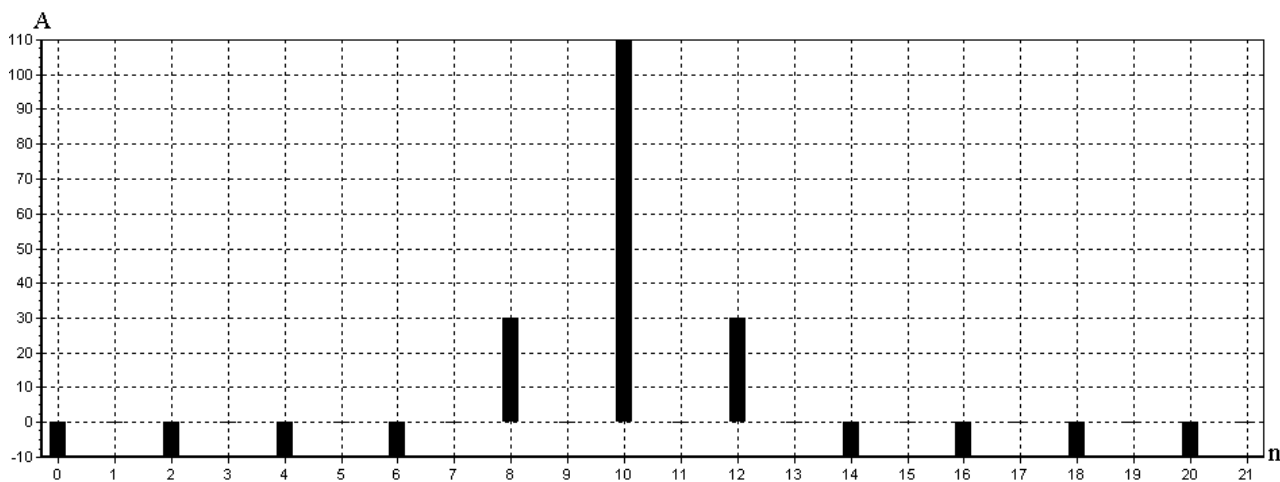


Рисунок 4.2 – Модуль автокореляційної функції кодової послідовності з
 $k_{\text{ст}}=14,20$

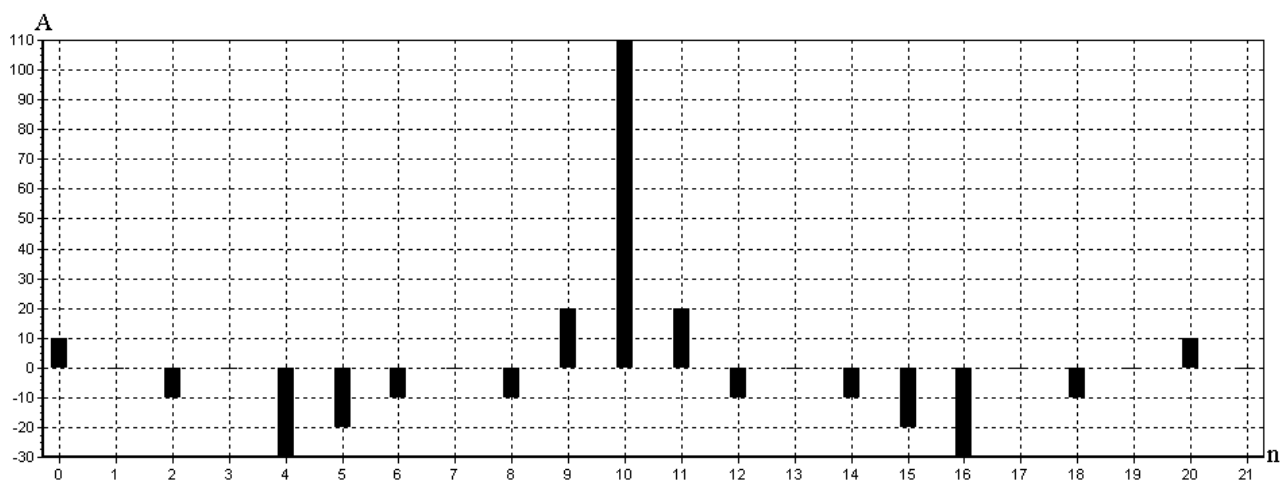


Рисунок 4.3 – Модуль автокореляційної функції кодової послідовності з

$$k_{\text{ст}}=8,19$$

4.3 Структура узгодженого з новими кодовими послідовностями фільтра

Структура узгодженого з новими кодовими послідовностями фільтра має вигляд рис. 2.1. Значення вагових коефіцієнтів фільтра стиснення наведено в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Вагові коефіцієнти оптимального фільтра, узгодженого з новими кодовими послідовностями

k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	k_6	k_7	k_8	k_9	k_{10}	k_{11}	$k_{\text{ст}}$	L, дБ
-1,00	0,72	-0,72	2,01	-1,38	-2,60	1,41	2,01	0,69	0,69	1,00	14,20	0,91
-1,02	0,96	-0,96	-1,30	1,18	-1,30	-1,19	-1,30	0,96	0,97	1,02	11,91	0,07
-1,34	1,01	-1,01	1,59	1,08	1,17	1,60	-0,36	-1,12	0,94	0,72	8,92	0,41
-0,66	0,92	1,06	-0,39	-1,67	1,27	-1,04	1,56	0,87	0,94	1,25	8,86	0,46
-1,24	0,89	1,39	-1,55	0,52	-1,32	1,51	0,63	1,01	0,13	1,24	8,37	0,69
0,82	-0,77	-1,65	3,11	-1,50	-0,13	-1,44	1,31	0,50	1,87	0,26	8,19	1,61
0,73	-1,77	-0,08	-0,32	1,93	-1,20	-1,60	1,45	1,33	0,97	1,16	8,11	0,92
-1,24	0,13	-1,14	0,45	-1,46	-1,32	-0,47	-1,44	-1,22	0,89	1,24	8,09	0,74
0,23	-1,49	0,45	-0,94	-1,15	0,16	-0,97	-2,25	-1,31	0,59	0,65	8,03	1,46
-1,24	-0,57	-0,59	2,47	2,37	1,16	-1,21	0,31	0,97	0,09	0,37	8,02	1,85
-0,59	0,60	0,20	-1,00	-0,93	1,05	1,14	1,11	1,65	-0,37	0,83	7,95	0,80
-0,58	-0,68	0,27	1,09	-0,93	-1,04	1,28	-1,08	1,76	0,37	0,88	7,94	0,79
-0,33	0,04	-1,09	0,31	1,14	1,40	-2,72	2,56	0,62	-0,60	1,37	7,87	1,97
1,05	-0,96	1,39	-1,50	-1,46	1,41	1,53	0,20	0,67	0,50	0,68	7,67	0,73
0,50	0,85	-0,87	-1,20	1,86	-1,47	1,03	-0,07	1,02	0,75	0,60	7,48	0,95
-0,60	1,16	-2,17	1,30	0,71	-0,89	-0,59	0,87	1,76	1,16	0,75	7,45	0,77
0,35	1,03	-0,70	-1,01	-0,25	1,56	-1,37	1,98	0,64	-0,03	1,38	7,41	1,40
0,32	1,40	-1,80	-0,48	-0,56	2,15	-2,86	3,05	-0,35	1,18	0,58	7,30	1,79
0,72	-0,83	-0,87	1,22	2,05	1,63	1,43	0,07	0,97	-0,55	1,00	7,22	0,97
0,44	1,05	-1,42	1,01	1,15	-1,04	0,17	-1,36	1,64	0,14	1,35	7,02	0,96
-0,96	0,20	-0,68	0,59	0,75	1,46	1,39	-0,12	-1,60	0,25	0,91	6,94	1,36
-0,97	-0,69	1,05	1,48	-1,61	1,03	-1,39	1,03	0,61	1,00	0,66	6,93	0,38
-0,95	0,49	0,93	-1,28	-1,29	-0,98	-1,19	-0,86	0,59	-0,83	0,61	6,93	0,34
-0,86	0,49	-1,19	2,84	-1,67	-1,70	1,16	0,25	0,72	0,70	0,13	6,90	1,73
0,12	-1,07	-1,13	-1,17	0,91	0,87	0,20	0,77	1,12	-0,25	0,95	6,83	0,92
-0,71	0,06	-0,68	-0,23	-1,74	-2,68	-1,81	1,01	0,62	-0,31	0,52	6,83	2,21
-0,12	0,68	-0,74	0,20	-1,17	-1,64	1,62	2,78	1,11	0,43	0,86	6,81	1,78
0,35	-1,03	-0,45	1,55	-0,05	-1,83	-1,48	-1,37	0,64	0,38	1,01	6,79	1,36
-1,09	0,42	1,42	-0,12	-1,53	1,26	-0,65	0,59	0,74	0,22	0,91	6,77	1,16
0,31	-1,42	-1,23	0,57	-0,51	-1,67	-2,55	-2,66	-0,07	-1,23	0,50	6,68	1,82
1,13	-0,65	0,22	-0,98	-0,85	0,74	2,21	1,33	0,17	1,43	1,02	6,63	1,18

-0,69	-0,28	-0,63	1,10	1,99	-2,74	1,78	-0,23	0,82	0,07	0,71	6,62	2,11
0,89	-1,10	-0,09	-1,41	2,74	-0,90	-0,79	1,03	0,22	0,79	1,13	6,51	1,54
-1,37	2,22	-0,93	1,76	-1,42	-1,36	1,59	0,41	0,01	1,25	0,45	6,49	1,10

Вагова обробка позицій вхідного сигналу ($|k_i| \neq 1$ – див. рис. 2.1) обумовлює наявність втрат L у відношенні сигнал/шум стисненого сигналу порівняно до оптимального фільтра Баркера (див. табл. 4.2):

$$L = \frac{\sqrt{N}}{\frac{\sum_{i=1}^N |k_i|}{\sqrt{\sum_{i=1}^N k_i^2}}} .$$

З табл. 4.2 видно, що ці втрати не перевищують 1-2 дБ.

На рис. 4.4 наведено результат стиснення 11-позиційного коду Баркера. На рис. 4.5..4.6 – результат стиснення в узгодженому фільтрі (див. рис. 2.1) запропонованих 11-позиційних кодових послідовностей з $k_{\text{ст}}=14,20$ й $k_{\text{ст}}=8,19$, відповідно. Видно, що сигнали на виході оптимального для запропонованих послідовностей фільтра, не мають бічних пелюсток нульової амплітуди. Лише для послідовностей з $k_{\text{ст}}=14,20$ (див. рис. 4.5) й $k_{\text{ст}}=11,91$ рівень бічних пелюсток – менший, ніж у кода Баркера (див. рис. 4.4), а для решти знайдених послідовностей – більший (наприклад, див. рис. 4.6) й лежить у межах від 1/8,92 до 1/6,49.

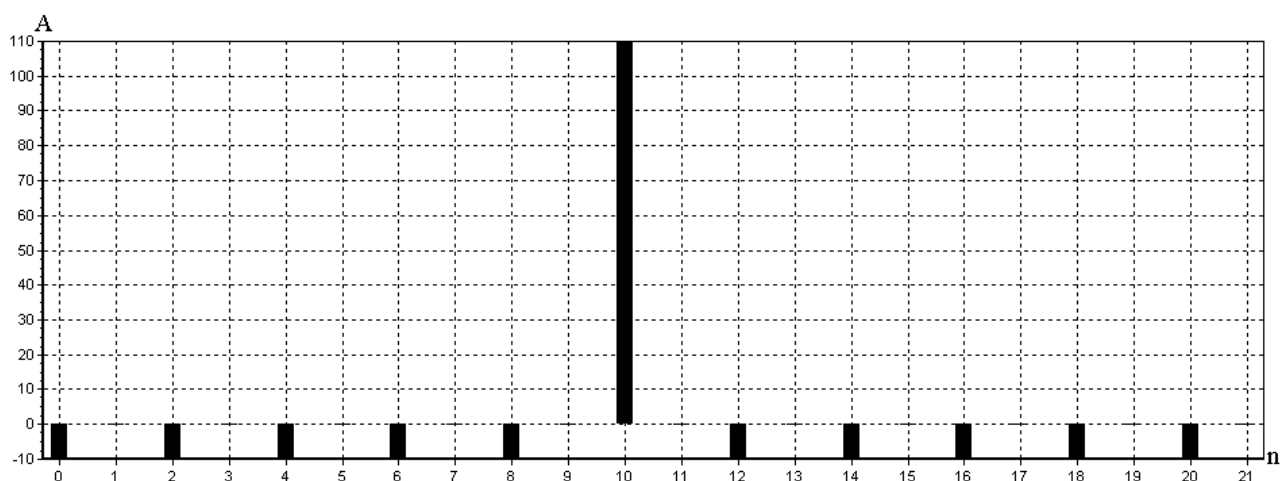


Рисунок 4.4 – Стиснений 11-позиційний код Баркера ($k_{ct}=N=11$)

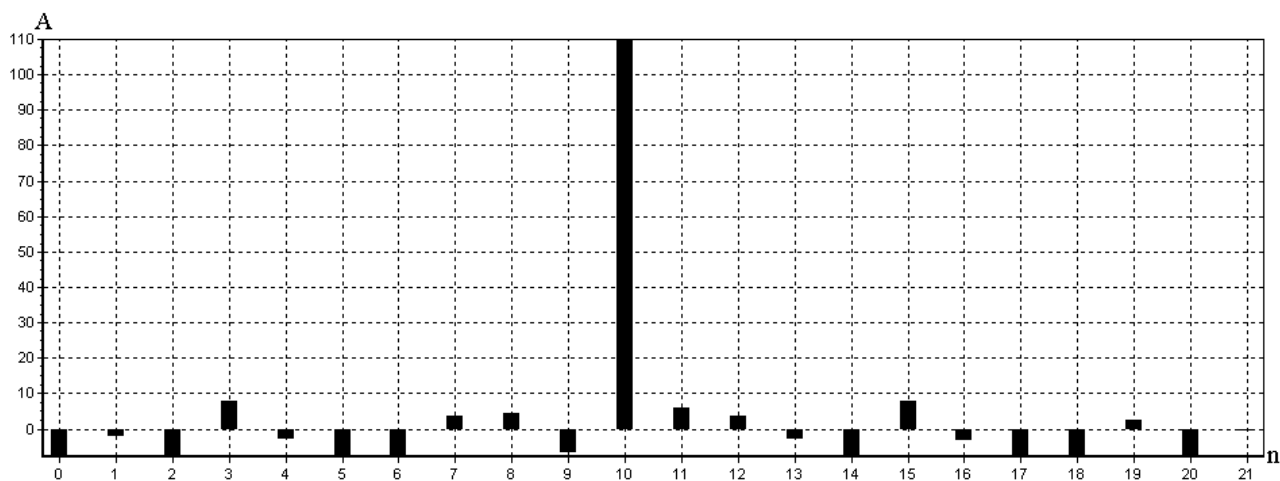


Рисунок 4.5 – Стиснена знайдена 11-позиційна кодова послідовність з $k_{ct}=14,20$

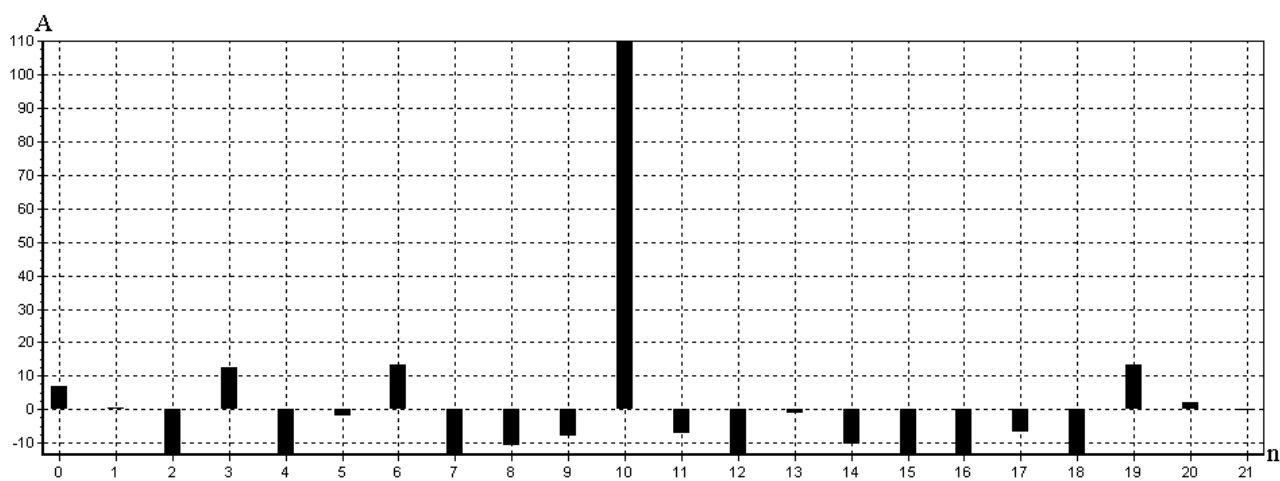


Рисунок 4.6 – Стиснена знайдена 11-позиційна кодова послідовність з $k_{\text{ст}}=8,19$

На рис. 4.7 наведено характеристики виявлення $F_{\text{в.в.}}$ корисного сигналу на тлі шумів на виході фільтра стиснення за імовірності рівня хибних тривог 10^{-3} . Суцільною лінією (третя крива зліва) наведено характеристику виявлення для 11-позиційного кода Баркера. Лівише від неї проходять характеристики нових кодових послідовностей з дещо більшими імовірностями вірного виявлення: виграш W не перевищує 0,5 дБ у відношенні сигнал/шум (див. табл. 4.3). Пра-віше від неї проходять характеристики нових кодових послідовностей з дещо меншими імовірностями вірного виявлення: програш W не перевищує 3 дБ у відношенні сигнал/шум (див. табл. 4.3).

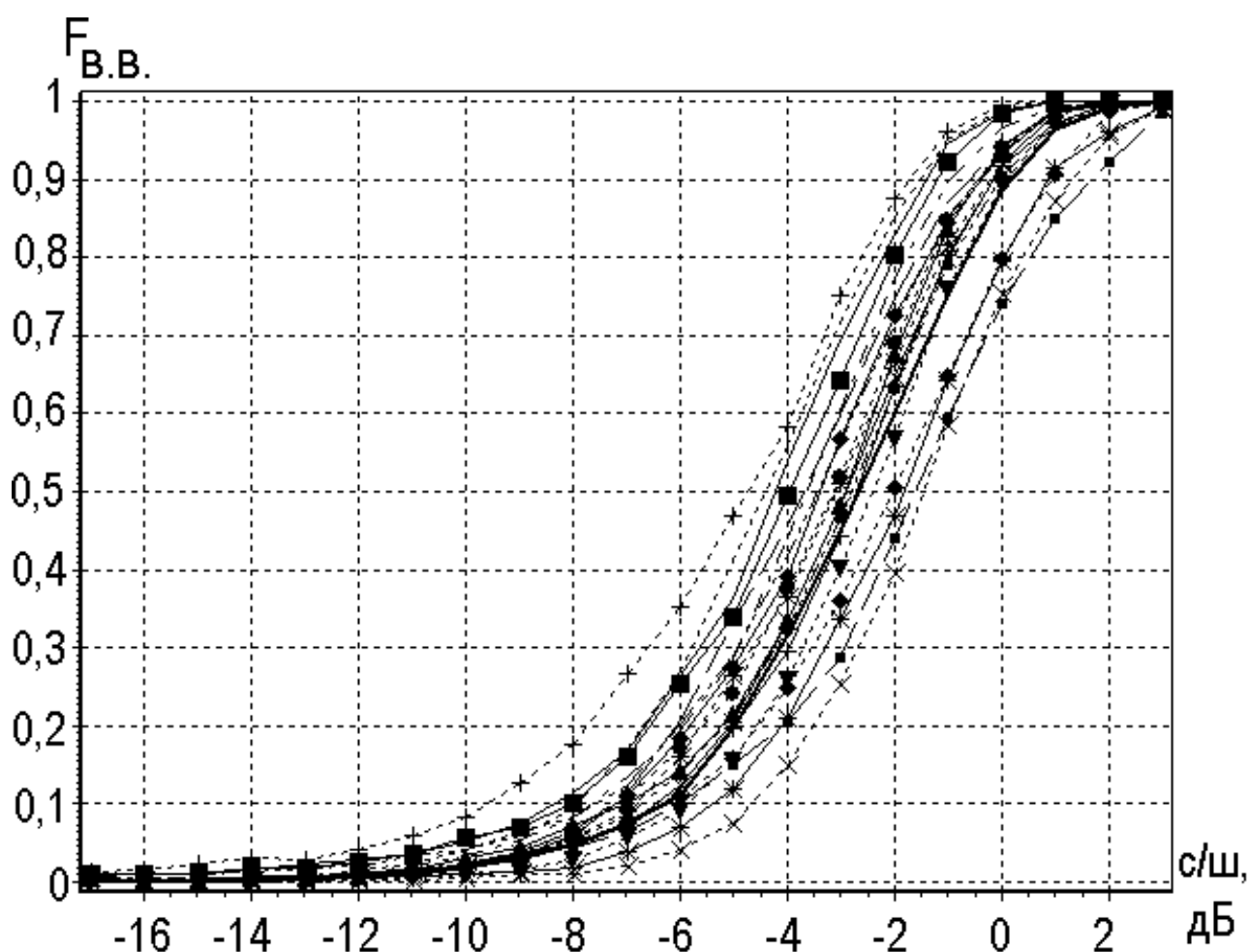


Рисунок 4.7 – Стиснена знайдена 11-позиційна кодова послідовність з $k_{\text{ст}}=8,19$

Параметр W показує, на скільки треба збільшити відношення сигнал/шум на вході приймача, щоб досягнути тієї ж імовірності вірогідного виявлення, яку забезпечує 11-позиційний код Баркера.

Таблиця 4.3 – Втрати W на характеристиці виявлення для знайдених кодових послідовностей відносно кода Баркера

k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	k_6	k_7	k_8	k_9	k_{10}	k_{11}	$k_{ст}$	W , дБ
–	+	–	+	–	–	+	+	+	+	+	14,20	0,2
–	+	–	–	+	–	–	–	+	+	+	11,91	-0,2
–	+	–	+	+	+	+	–	–	+	+	8,92	-1,0
–	+	+	–	–	+	–	+	+	+	+	8,86	-1,0
–	+	+	–	–	–	+	+	+	+	+	8,37	-1,5
+	–	–	+	–	–	–	+	+	+	+	8,19	-1,2
+	–	+	–	+	–	–	+	+	+	+	8,11	0,5
–	+	–	+	–	–	+	–	–	+	+	8,09	-1,0
+	–	+	–	–	+	–	–	–	+	+	8,03	-2,5
–	+	–	+	+	+	–	+	+	–	+	8,02	-2,2
–	+	+	–	–	+	+	+	+	–	+	7,95	-1,2
–	–	+	+	–	–	+	–	+	+	+	7,94	-0,8
–	–	–	+	+	+	–	+	+	+	+	7,87	-2,3
+	–	+	–	–	+	+	+	+	+	+	7,67	-0,5
+	+	–	–	+	–	+	+	+	+	+	7,48	-1,5
–	+	–	+	+	–	–	+	+	+	+	7,45	-0,5
+	+	–	–	–	+	–	+	+	+	+	7,41	-0,8
+	+	–	–	+	+	–	+	+	+	+	7,30	-2,5
+	–	–	+	+	+	+	–	+	–	+	7,22	-1,3
+	+	–	+	+	–	–	–	+	+	+	7,02	-0,3
–	+	–	+	+	+	+	+	–	+	+	6,94	-0,3
–	–	+	+	–	+	–	+	+	+	+	6,93	-1,5
–	+	+	–	–	–	–	–	+	–	+	6,93	-0,8
–	–	–	+	–	–	+	+	+	+	+	6,90	-2,8
+	–	–	–	+	+	–	+	+	–	+	6,83	-4,0
–	+	–	+	–	–	–	+	+	–	+	6,83	-1,6
–	+	–	+	–	–	+	+	+	–	+	6,81	-2,2
+	–	–	+	–	–	–	–	+	–	+	6,79	-0,8
–	+	+	+	–	+	–	+	+	+	+	6,77	-1,8
+	–	–	+	+	–	–	–	+	–	+	6,68	-2,2
+	–	+	–	–	+	+	+	–	+	+	6,63	-1,5

–	–	–	+	+	–	+	+	+	+	+	6,62	-1,3
+	–	–	–	+	–	–	+	+	+	+	6,51	-2,1
–	+	+	+	–	–	+	+	+	+	+	6,49	-2,8

Використовуючи рис. 4.7 або значення параметру W (див. табл. 4.3), можна відібрати ті кодові послідовності з табл. 4.3, які, хоча б, і знизили відношення сигнал/шум на вході приймача в межах допустимого рівня, але гарантували б WiFi-з'єднання.

4.4 Методика формування ансамблю кодових послідовностей

Методика формування ансамблю кодових послідовностей полягає у наступному:

- задаючись максимально допустимим рівнем бічних пелюсток c_i (див. (3.1)) й бажаною довжиною кодової послідовності N , знайти корені системи нерівностей (3.2);
- побудувати характеристики виявлення;
- обмежившись допустимим значенням зниження імовірності вірного виявлення, відібрати ті кодові послідовності, які гарантували б WiFi-з'єднання.

4.5 Розробка способу підвищення пропускної здатності радіоканалу стандарту IEEE-802.11

Така кількість зформованих псевдошумових послідовностей дозволяє запропонувати два способи підвищення пропускної здатності радіоканалу стандарту IEEE-802.11:

- кожна крапка доступу працює на будь-якому вільному з 14 каналів, використовуючи одну з іще не використаних кодових послідовностей (з сімнадцяти можливих), за наявним алгоритмом конкурентного доступу RTS/CTS;
- крапка доступу, працюючи на одному з трьох каналів, що не перетина-

ються (1, 6, 11), призначає кожному новому клієнтові Wi-Fi-мережі одну з іще не використаних кодових послідовностей (з сімнадцяти можливих). У цьому випадку доступ є одночасним, тобто не конкурентним. І необхідність в алгоритмі RTS/CTS відпадає.

5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ НДР

5.1 Обґрунтування актуальності теми з позиції маркетингу

У дні сучасних інформаційних технологій кількість способів передавання мультимедійного контенту через Wi-Fi мережу. Цей процес супроводжується удосконаленням технологій передавання медіаконтенту через Wi-Fi мережу.

Кінцевим користувачам необхідні висока швидкість передавання та мінімальна втрата інформації під час передавання. Однак, передавання мультимедійного контенту є досить вимогливою послугою. Технології забезпечення передавання мультимедійного контенту через безпроводові мережі зв'язку повинні забезпечувати надійне одночасне передавання контенту: відео, звуку і даних без переривання.

Ще однією сферою застосування є організація громадських точок доступу в людних місцях, наприклад аеропортах, ресторанах, готелях, на ряду з цим організація тимчасових безпроводових локальних мереж на період проведення різноманітних заходів, наприклад семінарів чи виставок.

В основному, мультимедійна інформація займає великі обсяги, тому витрати на зберігання і передавання такої інформації завжди великі і в більшості випадків, потік інформації, що передається, стискається під час передавання в мережу мовлення.

Наразі існує кілька технічних рішень та стандартів, які поліпшують якість.

Сімейство стандартів 802.11 – одне з найкращих рішень для вирішення задач, поставлених у цій роботі.

5.2 Визначення трудомісткості та тривалості роботи

Основною умовою раціонального планування дослідження є скорочення

строків виконання при мінімальних витратах трудових, матеріальних та грошових ресурсів. Для цього вирішуються такі питання: визначення трудомісткості та тривалості витрат і ефективності дослідження.

Комплекс науково–дослідницьких робіт може бути поділений на етапи. Для кожного етапу необхідно вказати його найменування, трудомісткість, виконавців і тривалість робіт. В даній роботі беруть участь один молодший науковий співробітник і один старший науковий співробітник. Результати розподілу наведені в таблиці 5.1.

Через те, що важко встановити трудомісткість виконання робіт, у зв'язку з елементами незвичайності, в процесі виконання більшості науково–дослідницьких робіт, використовується ймовірнісний метод. При цьому використовують дві або три вірогідних оцінки часу. Ці оцінки є вихідними для розрахунку очікуваного часу виконання роботи за формулою:

$$t_{оч} = \frac{3 \cdot t_{min} + 2 \cdot t_{max}}{5} \quad (5.1)$$

де $t_{оч}$ – очікувана оптимальна оцінка часу виконання роботи, днів;

t_{min} – мінімально необхідний час на виконання роботи при найбільш сприятливих умовах, днів;

t_{max} – максимальні витрати часу на виконання роботи за несприятливих умов, днів.

Таблиця 5.1 – Оцінка довго тривалості та трудомісткості етапів робіт

№	Етапи роботи	Часова оцінка, дн.			Дис- персія	Виконавці		Трива- лість, днів
		t_{min}	t_{max}	$t_{оч}$		Спеціальність	Кіл- сть, чол.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Отримання технічного завдання	1	2	2	0,2	Молодший науковий співробітник	1	2
2	Огляд літературних джерел	3	7	5	0,8	Молодший науковий спів-	1	4
3	Аналіз основних принципів організації	2	4	3	0,4	Молодший науковий співробітник	1	3
4	Підготовчий (техніко- економічне обґрунтування) етап	14	20	17	1,2	Молодший науковий співробітник	1	14
5	Написання програми	13	15	14	0,4	Старший науковий співробітник	1	14
6	Аналіз результатів програми	13	19	16	1,2	Старший науковий співробітник	1	12

Продовження таблиці 5.1

7	Вибір необхідного обладнання та матеріалів	2	4	3	0,4	Молодший науковий співробітник	1	3
8	Експериментальні дослідження	20	22	21	0,6	Молодший науковий співробітник	1	22
9	Аналіз отриманих даних, коригування програми	5	7	6	0,4	Старший науковий співробітник, Молодший науковий співробітник	2	6
10	Висновки та пропозиції	8	10	9	0,4	Старший науковий співробітник	1	9
11	Складання та обговорення технічного звіту	2	2	2	0,0	Старший науковий співробітник	1	2
12	Впровадження результатів	2	2	2	0,0	Молодший науковий співробітник	1	1
	Усього	85	114	100	—	—	—	92

Ступінь правильності визначення перевіряється розрахунком дисперсії – різниці між мінімальною та максимальною оцінками часу, що визначається за формулою:

$$\sigma = \frac{t_{\max} - t_{\min}}{5} \quad (5.2)$$

Розраховані значення для кожного етапу занесені у табл. 5.1.

Дана дипломна робота повинна виконуватися поетапно, у лінійній послідовності, так без отримання необхідних результатів дослідів не можна виконувати наступний пункт. Використовуючи дані табл. 5.1, збудуємо лінійний календар (рис. 5.1).

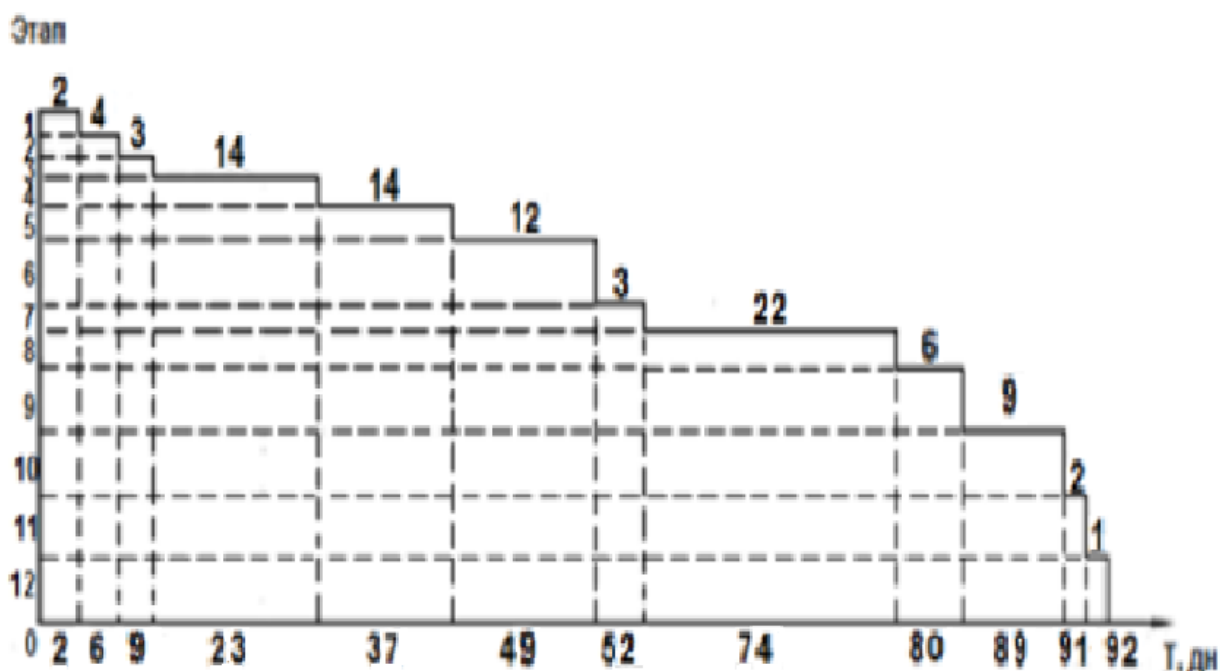


Рисунок 5.1 – Лінійний календарний графік

5.3 Розрахунок кошторису витрат на практичну реалізацію дипломного проекту

До складу витрат на реалізацію проекту враховується вартість усіх ресурсів, необхідних для проведення комплексу робіт. Проте в даному випадку, при роботі над заданою темою дипломного проекту розрахунок багатьох статей ускладнений через невизначеність, яка виражається в тому, що заздалегідь не-

відомо необхідну кількість деяких матеріалів, деталей, послуг, а також величини витрат.

Вирішенням даного питання є використання методики збільшених розрахунків. Дана методика передбачає по перше первинний розрахунок основної заробітної плати, а вже після цього – процентних частин інших статей витрат на реалізацію проекту.

Статті, витрати за якими можуть бути розраховані більш точно, розраховуються за звичайною методикою.

5.3.1 Розрахунок вартості матеріалів

До статті витрат на матеріали включаються вартість основних та допоміжних матеріалів, необхідних для розробки проекту. За період проведення науково–дослідницьких робіт співробітниками будуть використані наступні матеріали (табл. 5.2). Транспортно-заготівельні витрати: 3% від вартості матеріалів.

Таблиця 5.2 – Розрахунок вартості матеріалів

Матеріал	Марка, ГОСТ, ДСТУ, ТУ	Кількість	Ціна за одиницю, грн/шт.	Витрати за матеріали	Частка, %
Папір А4	UNI Office A4	500	0,25	125	9,1
Папір А2	Хегох А2	4	306	1224	89,09
Папір А1	Хегох А1	50	0,5	25	1,81
Усього	-	-	-	1 374	100

5.3.2 Спеціальне устаткування

У цій статті враховуються витрати на оренду, доставку і монтаж лабораторних установок, вимірювальних та регулювальних пристроїв, приладів, випробувальної апаратури тощо (табл. 5.3).

Балансова вартість обчислювальної техніки становить 10000 грн. за один комп'ютер. Для проведення науково–дослідницької роботи використовується 1 комп'ютер.

Таблиця 5.3 – Витрати на спеціальне устаткування

Перелік устаткування	Кількість	Ціна за одиницю, грн.	Собівартість експлуатації, грн. / год.
Ноутбук	1	15000	15000
Транспортно-заготівельні витрати	10%	-	1500
Всього	-	-	16500

5.3.3 Розрахунок заробітної плати

Витрати на основну заробітну плату складаються з планового фонду заробітної плати всіх категорій працівників, зайнятих в розробці проектного пристрою.

Розрахунок заробітної плати ведеться на основі даних про трудомісткість (табл. 5.1). Результати розрахунків зведені в табл. (5.4).

Таблиця 5.4 – Розрахунок основної заробітної плати

Посада виховця	Кількість людей	Місячний оклад, грн	Середньоденна зар. плата, грн.(22 р.дн.)	Кількість робочих днів	Сума зар. плати, грн.
Старший нау-	1	6500	295,4	37	10 931

ковий співробіт- тник					
Молодший нау- ковий співробі- тник	1	5000	227,27	55	12500
Усього	2	—	—	92	23 431

Додаткову заробітну плату приймаємо рівною 10% від основної заробітної плати. Розрахунок основної та додаткової заробітної плати наведено в табл. 5.5.

Таблиця 5.5 – Основна та додаткова заробітна плата

Спеціальність виконавця	Додаткова заробіт- на плата, грн.(10%)	Сума основної та додатко- вої заробітної плати, грн.
Старший науковий співробіт- ник	1 093,1	12 024,1
Молодший науковий співро- бітник	1 250	10124,73
Усього	2 343,1	22 148,8

5.3.4 Відрахування на соціальне страхування

Відрахування на соціальне страхування й в інші фонди визначаються в розмірі 22 % від суми основної та додаткової заробітних плат.

Таким чином, відрахування на соціальне страхування становить:

$$\text{Відр} = (3П_{\text{осн}} + 3П_{\text{доп}}) \cdot 0,22 \quad (5.3)$$

де $ЗП_{\text{осн}}$ – основна заробітна плата, грн.;

$ЗП_{\text{доп}}$ – додаткова заробітна плата, грн.

$$\text{Відр} = 22\,148,8 \cdot 0,22 = 4\,872,7 \text{ грн.}$$

5.3.5 Загальновиробничі витрати

До ЗВВ відносять витрати на загальне управління та загальногосподарські потреби (на заробітну плату апарату управління, канцелярські витрати та ін), на утримання і експлуатацію будівель і споруд. ЗВВ включаються у вартість проведення роботи непрямым шляхом – у відсотках від основної заробітної плати співробітників.

ЗВВ становлять 80 –100% від основної заробітної плати співробітників, що в нашому випадку становить:

$$\text{НВ} = 23\,431 \cdot 0,9 = 21\,087,9 \text{ грн.}$$

5.3.6 Бальна оцінка економічної ефективності проекту

З метою визначення витрат на реалізацію проекту складено кошторис витрат (табл. 5.6).

Таблиця 5.6 – Кошторис витрат на реалізацію проекту

Статті витрат	Умовне по- значення	Сума	
		грн.	частка, о%

Матеріали, покупні вироби і напівфабрикати (за відрахуванням відходів, що реалізуються)	М	1 374	2,08
Спеціальне устаткування для реалізації проекту	СУ	16500	25,03
Основна і додаткова заробітна плата виробничого персоналу	ЗП	22 148,8	33,56
Відрахування на соціальне страхування	ОТЧ	4 872,7	7,38
Загально виробничі витрати (ЗВВ)	НВ	21 087,9	31,95
Усього витрат на реалізацію проекту	-	65 983	100

Наукові дослідження, прямий підрахунок економічної ефективності яких неможливий, оцінюють за допомогою бальної системи.

Бальна оцінка проводиться за наступними показниками:

- важливість розробки $K_1=1$, обирається з табл. 5.7;
- можливість використання результатів розробки $K_2=8$ (табл. 5.8);
- теоретична значимість і рівень новизни дослідження $K_3=2$ (табл. 5.9);
- складність розробки $K_4=5$ (табл. 5.10).

Таблиця 5.7 – Шкала для оцінки важливості розробки K_1

№ з/п	Показник	Бали
1	Ініціативна робота, що не є частиною комплексної програми, або завданням відомчих органів	1
2	Робота, виконувана за договором про науково-технічну допомогу	3
3	Робота представляє частину відомчої програми	5
4	Робота представляє частину відомчої комплексної програми	7
5	Робота представляє частину міжнародної комплексної програми	8

Таблиця 5.8 – Шкала оцінки можливості використання результатів розробки K_2

№ з/п	Показник	Бали
1	У даному підрозділі	1
2	У даній організації	3
3	У багатьох організаціях	5
4	У масштабах країни	8

Таблиця 5.9 – Шкала оцінки теоретичної значимості й рівня новизни дослідження K_3

№ з/п	Показник	Бали
1	Аналіз, узагальнення й класифікація відомої інформації. Подібні результати були відомі в досліджуваній області	2
2	Одержання нової інформації, що доповнює знання про сутність досліджуваних процесів, не відомі в досліджуваній області	3
3	Одержання нової інформації, що змінює уявлення про сутність досліджуваних процесів, не відомої раніше	5
4	Створення нових теорій, методик	6
5	Одержання інформації, що сприяє формуванню напрямків, не відомих раніше	8

Таблиця 5.10 – Шкала оцінки показників складності дослідження K_4

№ з/п	Показник	Бали
1	Робота виконується одним підрозділом, витрати менші 10000 грн.	1
2	Робота виконується одним підрозділом, витрати 10000-	3

	50000 грн.	
3	Робота виконується одним підрозділом, витрати 50000-100000 грн.	5
4	Робота виконується за участю багатьох підрозділів, витрати 100000-500000 грн.	7
5	Робота виконується декількома організаціями, витрати понад 500000 грн.	8

Загальна оцінка встановлюється за добутком коефіцієнтів:

$$P_c = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4, \quad (5.4)$$

$$P_c = 1 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 5 = 80 \text{ балів.}$$

Питомий ефект на кожний бал(умовно приймаємо)- 2 000 грн.

Загальний ефект від розробки складась:

$$E = P_c \cdot 1\,000 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4, \quad (5.5)$$

$$E = 2\,000 \cdot 1 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 5 = 160\,000 \text{ грн.}$$

Економічна ефективність від реалізації дипломного проекту визначається за допомогою коефіцієнта ефективності, що характеризує частку загального ефекту від розробки, що приходить на одну грн. витрат (собівартості НДР) :

$$KB = E / K_{\text{ндр}}, \quad (5.6)$$

$$KB = 160\,000 / 65\,983 = 2,42.$$

В даному розділі було проведено аналіз і обґрунтування економічної ефективності науково–дослідницької роботи. Розраховано, що для проведення дослідження необхідно близько 92 днів. При цьому сумарні витрати на досліджен-

ня становлять 65 983грн., з них:

- заробітна плата – 22 148,8грн., що становить 33,56% від загальної кількості витрат;

- загальновиробничі витрати – 21 087,9грн.(31,95%);

- спеціальне обладнання для реалізації проекту – 16500грн. (25,03%);

- відрахування на соціальне страхування – 4 872,7грн. (7,38%);

- витратні матеріали, куповані вироби і напівфабрикати - 1 374грн. (2,08%).

Обґрунтованість ефективності дослідження підтверджується розрахованим коефіцієнтом економічної ефективності, який становить норму $> 1(2,42)$.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Оскільки тема магістерської роботи – “Підвищення пропускну здатності пристроїв стандарту IEEE 802.11.”, передбачає проведення досліджень та розрахунків у приміщенні обладнаному персональним комп’ютером (далі ПК), тому нижче розглянемо робоче місце інженера конструктора (радіотехніка).

6.1 Аналіз потенційних небезпек

На основі вивчення та аналізу, існуючих і нових технологічних процесів і обладнання, що застосовується, згідно з ГОСТ 12.0.003-74 (1999) «Небезпечні та шкідливі виробничі фактори. Класифікація », виявлені небезпечні виробничі фактори, вплив яких може привести до погіршення умов праці або травматизму.

Робоче місце радіоінженера для виконання даного проекту обладнано комп’ютерною технікою. Небезпека в ході робіт полягає при використанні джерел живлення, підключенні і відключенні приладів за допомогою вилок, розеток, перехідних пристроїв, подовжувачів.

Основні небезпечні виробничі фактори з якими може стикнутися працівник:

- небезпека ураження електричним струмом, внаслідок недотримання правил електробезпеки або виходу з ладу електроприладів;
- порушення роботи кістково-м’язового апарату внаслідок тривалих статичних навантажень при роботі з ПК;
- незадовільні ергономічні характеристики робочого місця внаслідок нерационального планування робочого місця, що може призвести до механічних травм, уражень електричним струмом та порушень кістково-м’язового апарату;
- негативний вплив недостатнього освітлення робочої зони на зір та

продуктивність роботи працюючого внаслідок несправності освітлювальних приладів або неправильного проектування освітлювальної системи;

- негативний вплив підвищеного рівня шуму на психоемоційний стан працюючого, який пов'язаний з використанням застарілої периферійної техніки, кондиціонерів, копіювальної техніки, освітлювальних приладів;

- небезпека загоряння у зв'язку із несправністю електричного обладнання, недотримання, або порушення правил протипожежної безпеки, що може призвести до пожежі;

- неправильні дії у надзвичайних ситуаціях.

Санітарно-гігієнічні небезпечні виробничі фактори, пов'язані з роботою:

- погіршення самопочуття людини через гарячих або холодних місць повітря робочої зони, внаслідок порушення обмінних процесів в організмі і виникнення різних гострих і хронічних простудних захворювань відповідно;

- попадання в легені і на слизові оболонки пилу, через підвищеної запиленості повітря робочої зони і провокування алергічних захворювань органів зору та дихання;

- зорове стомлення і біль в очах, через недостатню освітленість робочої зони, які призводять до зниження уваги і можливості травмування;

- розумове перенапруження, перенапруження аналізаторів і емоційні перевантаження через недотримання режиму роботи за ПК, що призводить до підвищення стомлюваності, зниження уваги і, як наслідок, підвищується ймовірність травмування працівника на робочому місці;

6.2 Заходи щодо забезпечення безпеки

Техніка безпеки – система організаційних заходів і технічних засобів, що запобігають вплив небезпечних виробничих факторів. При роботі з персональним комп'ютером, головним небезпечним фактором є електрика.

Ураження електричним струмом може призвести до смерті або втрати працездатності.

Основні причини нещасних випадків від дії електричного струму:

- випадковий дотик або наближення на небезпечну відстань до струмоведучих частин, що знаходяться під напругою;
- поява напруги дотику на конструктивних металевих частинах електрообладнання в результаті пошкодження ізоляції;

Приміщення для роботизіструмонепровідноюпідлогою, без заземленихметалевихконструкцій. Для забезпеченняпотрібниххарактеристик повітряногосередовищавпередбаченавентиляція і очищенняповітря.

Відповідно до ДСТУ 7237: 2011. «Система стандартівбезпекипраці. Електробезпека. Загальнівимоги та номенклатура видівзахисту»для забезпеченнябезпекиробітбуливиконаніорганізаційні заходи (інструктаж з ТБ під час виконанняробіт, оформленняперерв в роботі).

Для виключення ураження електричним струмом передбачено:

- організаційні заходи: вивчення правил електробезпеки, перевірка знань та атестація на кваліфікаційну групу з електробезпеки, згідно НПАОП 0.00-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці»;
- технічні заходи: встановлення аварійного резервного вимикачу, який може повністю вимкнути електричне живлення приміщення, окрім освітлення.

Для виключення ураження статичним струмом та впливу електромагнітного поля застосовується:

- організаційні заходи: вивчення правил електробезпеки, перевірка знань та атестація на кваліфікаційну групу з електробезпеки, згідно НПАОП 0.00-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці»;
- технічні заходи: екранування джерела стандового харчування, згідно з ГОСТ 12.4.124-83 «Засоби захисту від статичної електрики. Загальні технічні

вимоги»; використання покриття технологічних підлог з одношарового полівінілхлоридного антистатичного лінолеуму, для зниження величини виникаючих зарядів статичної електрики в робочому приміщенні; загальне і місцеве періодичне зволоження повітря.

6.3 Заходи по санітарії та гігієні праці

Людина в процесі роботи на персональному комп'ютері може піддаватися впливу шкідливих виробничих факторів. Довгий час, проведений за роботою з персональним комп'ютером, може викликати розумове перенапруження, а також значне навантаження на зоровий апарат працівника. Дуже важливо правильно організувати робоче місце, щоб знизити до мінімуму вплив шкідливих факторів. Для зниження або нейтралізації їх впливу були проведені наступні заходи.

Пил може здійснювати на людину фіброгенну дію, при якій в легенях відбувається розростання сполучних тканин, що порушує нормальну будову та функцію органу.

Основним напрямком в комплексі заходів по боротьбі з пилом є попередження її створення або надходження у повітря робочого приміщення. Найважливіше значення в цьому напрямку мають заходи технологічного характеру. Технологічні процеси, відповідні ГОСТ 12.1.005–88 «Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони», по-можливості, проводяться таким чином, щоб освіта пилу було повністю виключено, або, принаймні, зведено до мінімуму. З цією метою потрібно максимально замінювати сухі матеріали вологими, пастоподібними, розчинами і обробку їх вести вологим способом. При неможливості повного виключення пилоутворення, необхідно шляхом відповідної організації технологічного процесу і використання відповідного технологічного обладнання, не допускати виділення пилу в повітря робочого приміщення. Це досягається, головним чином, шляхом організації безперервного те-

хнологічного процесу в повністю герметичній або, принаймні, максимально закритій апаратурі і комунікаціях.

Передбачається очистка повітря, використовуваного для вентиляції. Очищення необхідна не тільки для запобігання негативного впливу пилу на здоров'я працюючих, а й тому, що пил, може потрапляти всередину корпусу персонального комп'ютера через вентиляційні отвори і осідати на мікросхемах та інших частинах компонентів персонального комп'ютера. Це може призвести до виходу з ладу готельних компонентів і зменшення ремонтпридатності. Вентиляція, охолодження і очищення повітря здійснюються побутовими кондиціонерами, встановленими в вікнах.

Таблиця 6.1 – Оптимальні значення метеорологічних параметрів

Назва параметру	Оптимальне значення
Температура	20 - 22°C в холодний період, 20 - 24°C в теплий період
Відносна вологість	40-60 %
Швидкість руху повітря	Не більше 0.2 м/с в холодний період Не більше 0.3 м/с в теплий період

Правильно спроектоване і виконане виробниче освітлення покращує умови зорової роботи, знижує стомлюваність, сприяє підвищенню продуктивності праці, благотворно впливає на виробниче середовище, надаючи позитивну психологічну дію на працівника, підвищує безпеку праці і знижує травматизм.

Дотримуються вимога до освітленості в приміщеннях, де встановлені комп'ютери: при виконанні зорових робіт високої точності загальна освітленість складає 300 лк. Як джерела штучного освітлення використовуються люмінесцентні лампи типу ЛБ, які попарно об'єднуються в світильники, які розташовуватися рівномірно над робочою поверхнею.

Приведемо розрахунок штучного освітлення для приміщення, розміри якого: довжина 10м, ширина 6м, висота 3,8м.

Розрахунок освітленості виконаємо методом коефіцієнта використання. Цей метод використовується для розрахунку загального рівномірного висвітлення горизонтальних поверхонь виробничих приміщень при відсутності затемнень.

Розрахунок освітлення методом коефіцієнта використання виконується по формулі:

$$\Phi = \frac{E \cdot S \cdot k \cdot z}{N \cdot \eta}, \quad (6.1)$$

де Φ – необхідний світловий потік ламп у кожному світильнику, лм;

E – нормативна мінімальна освітленість, лк;

k – коефіцієнт запасу, вибирається;

S – освітлювана площа, м²;

z – коефіцієнт мінімальної освітленості, величина якого знаходиться в межах від 1,1 до 1,5 (при оптимальних відносинах відстані між світильниками до розрахункової висоти для ламп розжарювання і ДРЛ $z = 1,15$ і для люмінесцентних ламп $z = 1,1$);

N – число світильників у приміщенні;

η – коефіцієнт використання світлового потоку.

Приймаємо: $E = 200$ лк; $k = 1,5$; $z = 1,1$.

Освітлювана площа приміщення визначається по формулі:

$$S = A \cdot B, \quad (6.2)$$

де S – освітлювана площа;

A – довжина приміщення, м;

B – ширина приміщення, м.

Отримуємо $S=10*6=60\text{м}^2$.

Кількість рядів:

$$Nr = \frac{B}{(H - \kappa p) * \lambda} = \frac{6}{(3.8 - 0.8) * 1.4} = 1,5 \rightarrow 2 \text{ рядів} \quad (6.3)$$

Розміщення світильників у приміщенні при системі загального висвітлення залежить від розрахованої висоти їхнього підвісу h , що звичайно задається розмірами приміщень.

Найбільш вигідне співвідношення відстані між світильниками до розрахункової висоти підвісу:

$$\lambda = \frac{L}{h}, \quad (6.4)$$

Примітка. Приймається по таблиці у залежності від типової кривої сили світла світильника. Для люмінесцентних ламп при косинусоїдальному типові кривої вибираємо $\lambda = 1,4$.

Знаходимо розрахункову висоту підвісу по наступній формулі:

$$h = H - h_{\%} - h_p, \quad (6.5)$$

де – висота приміщення, м; H

$h_{\%}$ – висота звису світильника (від перекриття), м;

h_p – висота робочої поверхні над підлогою, м.

Приймаємо: $H=3,8$ м, $h_p=0,8$ м.

Відстань між світильниками визначаємо з формули (6.5):

$$L = \frac{B}{Np} \quad (6.6)$$

$$L=3\text{м.}$$

Визначаємо кількість світильників для установки в приміщенні:

$$N = \frac{S}{L^2}, \quad (6.7)$$

$$N = \frac{60}{3^2} = 6,66 \approx 8 \text{ шт.}$$

Для визначення коефіцієнта використання η знаходимо індекс приміщення i :

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)}, \quad (6.8)$$

де A і B – відповідно довжина і ширина приміщення, м;

h – розрахункова висота підвісу, м.

Отримуємо:

$$i = \frac{10 * 6}{3 * (10 + 6)} = 1,25$$

Отримане значення i округляємо до найближчого табличного значення і приймаємо $i = 1,25$.

Оцінюємо коефіцієнти відображення поверхонь приміщення: стелі – ρ_i , стін – ρ_n , робочої поверхні – ρ_p . Приймаємо: $\rho_i = 70\%$, $\rho_n = 50\%$, $\rho_p = 30\%$.

За отриманим значенням i і ρ визначаємо величину коефіцієнта використання світлового потоку для обраного світильника.

Вибираємо світильник типу ПВЛМ-Д, для якого $\eta=49\%$. По формулі (6.1) визначаємо необхідний світловий потік ламп у кожному світильнику:

$$\Phi = \frac{200 * 60 * 1,5 * 1,1}{8 * 2 * 0,49} = 2525,51 \text{ лм.}$$

З довідкової літератури вибираємо необхідну лампу. Тип обраної лампи – ЛБ 40-4, $\Phi=2850\text{лм}$, які розміщені в дваряди. У приміщенні встановлюємо 8 світильники по 2 лампі у кожному.

6.4 Заходи з пожежної безпеки

Пожежна безпека – це стан об'єкту, при якому виключається можливість пожежі, а у випадку її виникнення виключається дія на людей небезпечних факторів пожежі та забезпечується захист матеріальних цінностей.

Заходи з пожежної безпеки спрямовані на забезпечення безпеки людей, запобігання пожежі, обмеження її розповсюдження, створення умов для успішного гасіння пожежі.

Даний тип приміщення по пожежній відноситься до категорії «Д» відповідно до НАПБ А.01.001-2004 «Правила пожежної безпеки України».

Джерелом пожежонебезпеки є ЕОМ і периферійне устаткування. Вони характеризуються високою щільністю розміщення електронних схем. У безпосередній близькості один від одного розташовуються сполучні дроти, комутаційні кабелі. При протіканні струму можливі їх перегрів, плавлення ізоляції і, як наслідок, коротке замикання, яке супроводжується іскрінням, переванта-

женнями елементів електронних схем.

Для запобігання утворенню горючого середовища проведені наступні заходи:

- ізолювання апаратури від статевих покриттів і меблів вогнестійкими матеріалами або використанням спеціальних меблів для робочого місця;
- складування легкозаймистих носіїв інформації), а також твердих копій (роздруківок), архівних документів (нормативно-технічної документації), які не потрібні в даний момент (фарбувальні стрічки, картриджі тощо), а також спиртовмісних рідин в окреме вогнеізолююче приміщення або сейфи.

Для гасіння пожеж на початкових стадіях застосовуємо вогнегасники. Згідно з рекомендаціями по оснащенню приміщень переносними вогнегасниками для приміщень категорії Д (до 1200 м²) і класу пожежі Е (пожежі, пов'язані з горінням електроустановок) встановлено два вуглекислотних вогнегасники ОУ-5 місткістю 5 л відстань між ними має бути не більше 70 м. Вогнегасники обрані для оснащення приміщення конструкторського бюро, до того ж допускаються для гасіння пожежі класу А (пожежі твердих горючих речовин, в основному органічного походження, горіння яких супроводжується тлінням, таких як, пластик, текстиль, папір, дерево). У приміщенні встановили автоматичний сповіщувач автоматичної пожежної сигналізації (АГТС).

З огляду на високу вартість обладнання, наявність розгалужених систем кондиціонування і вентиляції повітря, великого числа прихованих комунікацій, а також специфіку загоряння апаратури, обраний димовий сповіщувач ІП-212-41М з розрахунку один сповіщувач на 25 м² площі, яка захищається згідно НАПБ А.01.003-2009 «Правила улаштування та експлуатації систем оповіщення про Пожежа та управління евакуацією людей в будинках та спорудах» та ДБН В.2.5-13-98 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Пожежна автоматика будинків і споруд».

6.5 Заходи щодо забезпечення безпеки в надзвичайних ситуаціях

Першу медичну допомогу потерпілим до їх евакуації в лікувальні установи надають безпосередньо в осередках ураження в ході рятувальних та інших невідкладних робіт. Надання цієї допомоги слід здійснювати за участю заздалегідь сформованих для такої мети з самого населення санітарних постів і санітарних дружин, до складу яких слід включати осіб, спеціально навчених загальним прийомом надання само- і взаємодопомоги і здатних організувати практичне виконання населенням цих прийомів в екстремальних умовах.

В рамках підготовки до виконання заходів медичного захисту населення в НС необхідно заздалегідь створювати також спеціальні медичні формування і установи; вести підготовку медичного персоналу; накопичувати медичні засоби захисту, медичного та спеціального майна і техніки для оснащення медичних формувань і установ; проводити профілактичні заходи і щеплення населення, розробляти режими поведінки і дії населення в НС.

Проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт у зонах НС. Аварійно-рятувальні та інші невідкладні роботи в зонах НС слід проводити з метою термінового надання допомоги населенню, яке піддалося безпосереднього або опосередкованого впливу руйнівних і шкідливих сил природи, техногенних аварій та катастроф, а також для обмеження масштабів, локалізації або ліквідації виниклих при цьому НС.

Комплексом аварійно-рятувальних робіт необхідно забезпечити пошук і видалення людей за межі зон дії небезпечних і шкідливих для їх життя та здоров'я факторів, надання невідкладної медичної допомоги постраждалим і їх евакуацію в лікувальні установи, створення для врятованих необхідних умов фізіологічно нормального існування людського організму.

Невідкладні роботи повинні забезпечити блокування, локалізацію або нейтралізацію джерел небезпеки, зниження інтенсивності, обмеження розповсюдження та усунення дій полів вражаючих факторів в зоні лиха, аварії або катастрофи до рівнів, що дозволяють ефективно застосувати інші заходи захис-

ту.

Аварійно-рятувальні та інші невідкладні роботи слід планувати і здійснювати з використанням сил і засобів міністерств і відомств, державних міжгалузевих консорціумів, корпорацій, концернів і асоціацій, а також територіальних, функціональних і відомчих підсистем за належністю підконтрольних їм територій та об'єктів, які мають необхідними фахівцями (охорони здоров'я, охорони правопорядку, матеріально-технічного постачання, соціального забезпечення та ін.) і технічними засобами, які придатні для використання в осередках ураження в цілях перевезень людей, у тому числі з травмами і пошкодженнями, виробництва демонтажних, монтажних, дорожніх, вантажно-розвантажувальних і земляних робіт; проведення дегазації, дезактивації, дезінфекції та інших спеціальних робіт.

У зонах ураження необхідно організувати життєзабезпечення населення і особового складу формувань, які залучаються до участі у рятувальних та інших невідкладних роботах.

Завчасна підготовка і введення в дію планів захисту населення в НС, зумовлених природними стихійними лихами, техногенними аваріями, катастрофами, а також застосуванням сучасної зброї, повинні передбачати проведення узгоджених за часом, цілям і засобам робіт з планування і здійснення комплексу організаційних, інженерно-технічних і спеціальних заходів цивільної оборони, а також формування необхідних для цього сил і засобів.

Планування, організація виконання і безпосереднє керівництво проведенням заходів щодо захисту населення в НС перебувають у компетенції органів виконавчої влади на місцях, постійно діючих територіальних, функціональних і відомчих ланок, спеціалізованих органів управління, сил і формувань ТЕ, диспетчерських (чергових) служб підприємств та інших об'єктів.

ВИСНОВКИ

1. Запропоновано новий спосіб підвищення пропускної здатності радіоканалу стандарту IEEE-802.11.
2. Вперше розв'язано актуальну задачу синтезу радіолокаційних сигналів, фазоманіпульованих кодовою послідовністю довжини $N=11$.
3. Знайдені нові кодові послідовності для фазоманіпульованих імпульсів не забезпечують мінімального рівня бічних пелюсток автокореляційної функції, але забезпечують мінімальний рівень бічних пелюсток стиснутого корисного сигналу на виході узгодженого фільтра.
4. Виконано оптимізацію структури оптимального фільтра, узгодженого з фазоманіпульованим за кодом Баркера сигналом. Порівняно до фільтра Баркера (в залежності від кодової послідовності), отримано зменшення вихідного відношення сигнал/шум 0,07..1,2 дБ.
5. Розроблено методику формування ансамблю сигналів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

-
1. Звіт "Global Smart Home Market to Surpass \$100 Billion in 2019" – режим доступу: <https://www.strategyanalytics.com/access-services/devices/connected-home/smart-home/market-data/report-detail/2019-global-smart-home-forecast---september-2019>
 2. Волощук Ю. І. Сигнали та процеси у радіотехніці: Підручник для ВНЗів. – Харків. – 2003. – 648 с.
 3. Barker R. H. Ground synchronizing of binary digital system // Communication theory – 1953. – Vol. 7, № 2. – P.273-287.