

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Інститут інформатики та радіоелектроніки, РРЕТ
(повне найменування інституту, факультету)

Кафедра Радіотехніки та Телекомунікацій
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)

(ступінь вищої освіти)

на тему Статичні характеристики псевдошумових
генераторів. Комплексна робота.

Виконав: студент(ка) 6 курсу, групи РТЗ-919М

Спеціальності 172 „Телекомунікації та
(код і найменування спеціальності)
радіотехніка”

Освітня програма (спеціалізація)

Інформаційні мережі зв'язку
Мамсєва А.Ю. (прізвище та ініціали)

Керівник Чернобородов М.Б. (прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(прізвище та ініціали)

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

Інститут, факультет інформатики та радіоелектроніки, ФРЕТ
 Кафедра Радіотехніки та телекомунікацій
 Рівень вищої освіти другий (магістерський)
 Спеціальність 172, Телекомунікації та радіотехніка
 (код і найменування)
 Освітня програма (спеціалізація) Інформаційні мережі зв'язу
 (назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

« _____ »

20 _____ року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

Машева Анастасія Юріївна
 (прізвище, ім'я, по батькові)

Тема проєкту (роботи) Статичні характеристики псевдошумових послідовностей. Комплексна робота.

Рівняк проєкту (роботи) Чорнобородов Михайло Петрович, к.т.н., доцент
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом закладу вищої освіти від « _____ » 20 _____ року № _____

Срок подання студентом проєкту (роботи) _____

Вихідні дані до проєкту (роботи) 1) - першочергові задачі: аналіз сигналів зашумлених послідовностей і послідовностей з заданою фазовою флуктуацією.

Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розв'язати): опис способів розрахунку сигналів, розрахунок сигналів, статистичні характеристики сигналів: середнє значення, дисперсія, середня квадратична відхилення; побудова характеристик сигналів на тлі шумів.

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

презентація

Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконав завдання
1-	Чернобородов М. П.		
Економіка	к. е. н. Севастьянов Р. В.		
ОП	к. т. н. Якимов М. В.		
м-контроль	ст. викладач Мороз Г. В.		

7. Дата видачі завдання « _____ » _____ 20__ року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примі
1	Огляд літератури	1 тиждень	
2	Аналіз завдання	1 тиждень	
3	Розробка вирішення	1 тиждень	
4	Створення практичної частини	1 тиждень	
5	Економічні розрахунки	1 тиждень	
6	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	1 тиждень	
7	Оформлення МЗ	1 тиждень	
	Підготовка презентації	1 тиждень	

Студент(ка)

(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи)

(підпис)

Чернобородов М. П.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 75 сторінки, 14 рисунків, 24 таблиці, 20 джерел

Мета роботи – дослідження статистичних характеристик псевдошумових послідовностей.

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 Застосування псевдошумових послідовностей у телекомунікаціях	9
1.2 Технології розширення спектру	11
1.3 Постановка завдання магістерської роботи.....	15
2 ОГЛЯД ВІДОМИХ КОДОВИХ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ І СПОСОБІВ ЇХ ОТРИМАННЯ.....	17
2.1 Загальний опис фазокодоманіпульованих сигналів	17
2.2 Коди Баркера	17
2.3 Квазібаркерівські кодові послідовності.....	20
2.4 М-послідовності	22
2.5 Багатофазні кодові послідовності	22
2.6 Неоптимальна обробка	23
2.7 Вибір напрямку дослідження.....	27
3 ОПИС РЕЗУЛЬТАТІВ МАГІСТЕРСЬКОГО ДОСЛІДЖЕННЯ.....	29
3.1 Розрахунок основних статистичних параметрів.....	29
3.2 Збалансованість кодових послідовностей	32
3.3 Автокореляційна функція кодових послідовностей.....	34
3.4 Узгоджена фільтрація	37
3.5 Відношення сигнал/шум.....	39
3.6 Характеристики виявлення	40
4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ.....	44
4.1 Опис ідеї проекту	44
4.2 Визначення витрат на розробку проекту	46
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	52
5.1 Аналіз потенційних небезпек.....	52
5.2 Заходи по забезпеченню техніки безпеки.....	54

5.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці	56
5.4 Заходи з пожежної безпеки	66
5.5 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях	67
ВИСНОВКИ.....	72
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	73

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

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

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.

Рівень відношення сигнал/шум на вході виявлювача залежить від виду й параметрів сигналів зондування. Від величини цього параметра також залежать основні характеристики РЛС: дальність дії, точність вимірювання координат і швидкості об'єктів тощо.

Одним із способів збільшення відношення сигнал/шум є перехід від випромінювання простих радіоімпульсів до складних сигналів. Виграш у відношенні сигнал/шум визначається ступенем узгодженості структури сигналу зондування й фільтра для його стиснення.

Теорії оптимального прийому присвячено чимало як популярної, так й вузькофахової літератури. Серед авторів книг з даної тематики можна виділити Вакмана, Варакіна, Гоноровского, Льозина, Тихонова, Фальковича.

1 ОГЛЯД ОБЛАСТІ ДОСЛІДЖЕННЯ Й ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

1.1 Застосування псевдошумових послідовностей у телекомунікаціях

Важливим напрямком удосконалювання радіоелектронних систем є широке впровадження принципів широкосмугової передачі [1,2], що дозволяють:

- забезпечити високу завадостійкість;
- поліпшити ефективність використання радіодіапазону для систем рухомого зв'язку;
- забезпечити адаптованість до швидкої зміни завадової ситуації;
- значно підвищити швидкість обробки інформаційних течій,
- електромагнітну сумісність і конфіденційність,
- подолати протиріччя між роздільною здатністю й дальністю дії систем.

Ці принципи використовують за побудови радіолокаційних, гідролокаційних, навігаційних, зв'язкових, телекомунікаційних і вимірювальних систем. Проектування таких систем, зокрема, систем, що використовують сигнали на основі розширення спектра методом прямої послідовності (DSSS), неможливо без пошуку нових широкосмугових сигналів, заснованих на використанні кодових двійкових псевдошумових послідовностей, кореляційні властивості яких властиві широкосмуговому сигналові. За цього, поряд із задачею дослідження теоретичних аспектів існування нових родин послідовностей, оптимальних за мінімаксним критерієм, методів їхньої межевої оцінки, важливими є також і розробка питань їхнього практичного генерування й синхронізації за допомоги сучасних програмно-алгоритмічних методів створення універсальних систем з програмним налаштуванням.

Пошуку і дослідженню властивостей двійкових кодових

послідовностей в останні роки приділяється досить багато уваги [1, 2]. У загальному випадку, до таких сигналів звичайно висуваються вимоги наявності великого ансамблю кодових послідовностей, зформованих на єдиній алгоритмічній основі, збалансованості структури, оптимальності кореляційних функцій в ансамблі і його криптозахищеності.

Усі відомі послідовності характеризуються тим, що рівні викидів взаємних кореляційних функцій (ВКФ), також як і рівні бічних викидів автокорреляційних функцій (АКФ), в основному, відмінні від нуля. Це приводить до збільшення межсимвольних завад у системах з кодовим поділом.

Одним зі шляхів зменшення таких завад є використання складених (похідних) послідовностей. Такі послідовності утворюють, комбінуючи різні вихідні компоненти. Компоненти підбирають таким чином, щоб отримані ансамблі складених сигналів мали ще кращі властивості, ніж вихідні. За підбирання бажано мати прості і наочні вирази, що дозволяють отримати теоретичні межові оцінки в залежності від властивостей вихідних компонентів. Для остаточного розв'язання питання про можливість застосування складених псевдовипадкових послідовностей у DSSS системах необхідне знання їхніх статистичних характеристик і кореляційних властивостей [3].

Складені послідовності мають велику кількість переваг, до яких можна віднести:

- можливість отримання великих ансамблів сигналів з достатнім набором довжин з прийнятними кореляційними властивостями;
- наявність регулярних методів синтезу;
- порівняно нескладна технологія формування;
- можливість пришвидшити пошук і спростити обробку сигналу на приймальному боці радіоканалу.

Сформувані складені послідовності можна двома способами:

- а) комбінуючи компоненти, тактові частоти яких знаходяться у

визначеному співвідношенні;

б) комбінуючи два і більше компонентів з однаковими тактовим і частотами [4].

1.2 Технології розширення спектру

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 дозволить 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, передбачено протокол, відповідно до якого передавач намагається 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 послідовність 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.

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 невпинних перемикачів 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 послідовність. 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.

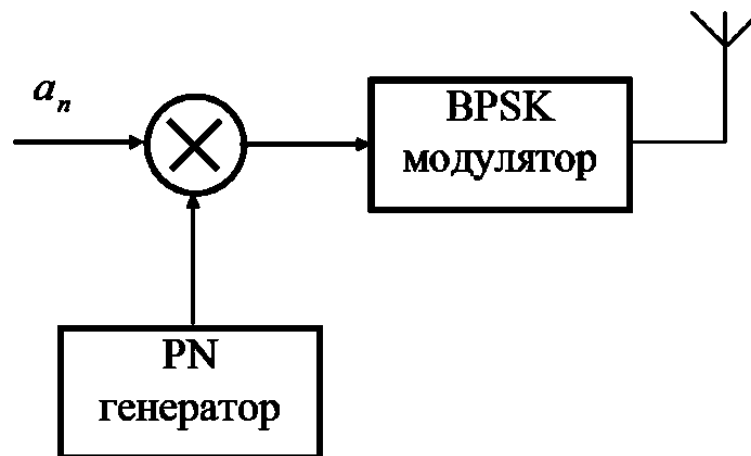
Використані для розширення спектра сигналу псевдошумові послідовності мусять задовольняти визначеним вимогам автокореляції. Якщо підібрати таку псевдошумову послідовність, для якої функція автокореляції матиме різко виражений пік лише для одного моменту часу, то такий інформаційний сигнал можливо буде 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 пропускання, що відповідає подвоєній швидкості передавання. Будь-яка завада, що потрапляє до смуги вхідного

широкосмугового сигналу, після домноження 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. 1.1. 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.



PN – псевдошумовий

Рисунок 1.1 – Метод прямого послідовного розширення спектра у збудовачі передавача

На приймальному боці (рис. 1.2), 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.

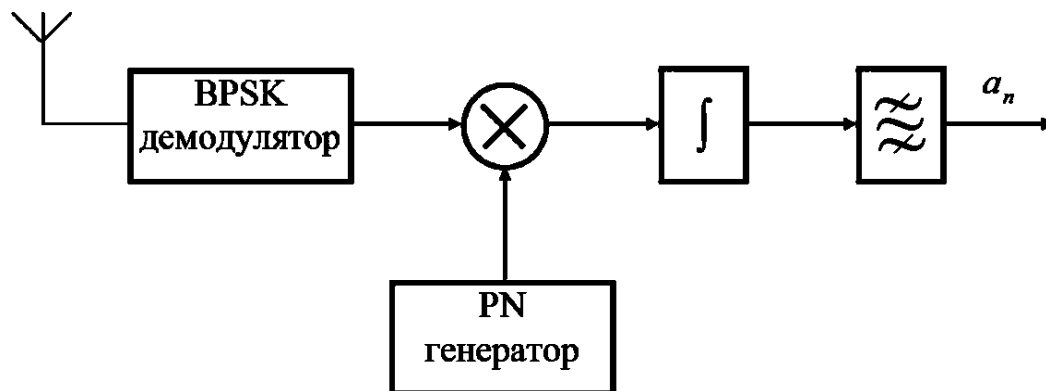


Рисунок 1.2 – Приймач сигналів із прямим послідовним розширенням спектра

Будь-яка завада, що потрапляє до смуги вхідного широкосмугового сигналу, після домноження на псевдошумову 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.

1.3 Постановка завдання магістерської роботи

Задачею магістерської роботи є дослідження статистичних характеристики псевдошумових послідовностей.

Для досягнення поставленої задачі необхідно:

а) провести аналіз відомих алгоритмів отримання псевдовипадкових кодових послідовностей;

б) виділити 11-позиційні кодові послідовності, що забезпечують малий рівень бічних пелюсток на виході оптимального фільтра;

в) провести статистичний аналіз відібраних псевдошумових послідовностей.

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 (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.

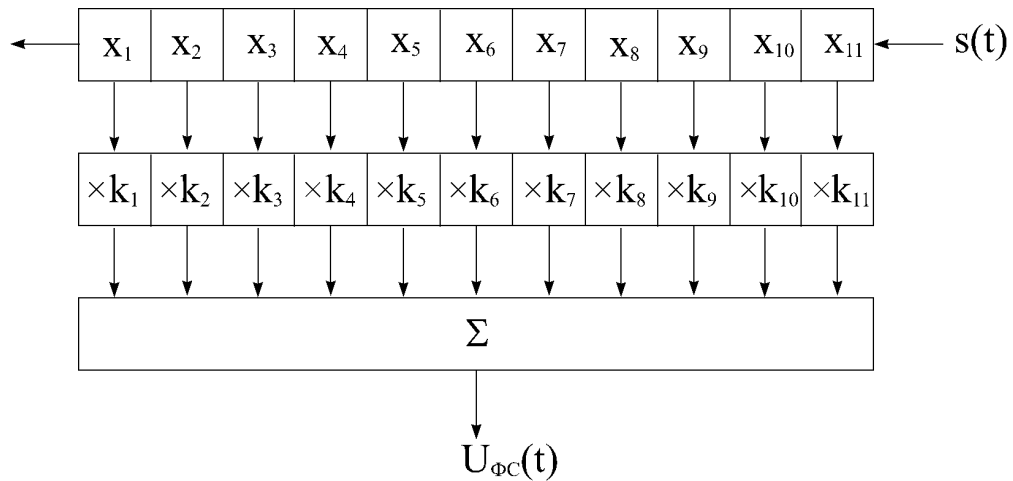


Рисунок 2.1 – Структурна схема фільтра стиснення
фазоманіпульованого кодом Баркера сигналу

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 (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 [5] 1953 року випуску громадськості не доступний. Тому, проаналізувати спосіб отримання Баркером його кодових послідовностей не є можливим.

2.3 Квазібаркерівські кодові послідовності

У [6, 7] було показано, що для $N > 13$ кодових послідовностей з рівнем бічних пелюсток автокореляційної функції $1/N$ не існує. Тому, у ряді робіт, починаючи з 1954 р. і дотепер, здійснювалися пошуки кодових послідовностей, максимально близьких за властивостями до Баркерівських.

Для забезпечення мінімального рівня бічних пелюсток використовують:

- а) мінімаксний критерій, за якого рівень бічних пелюсток мусить бути мінімальним;
- б) якісний критерій, за якого відношення енергії головної пелюстки до енергії всіх бічних пелюсток мусить бути максимальним.

Пошук оптимальних псевдовипадкових послідовностей здійснюється методом перебору. Математична складність алгоритму повного перебору становить величину 2^N : послідовно перебираючи всі 2^N комбінацій і досліджуючи їх функції автокореляції, дослідники відбирають всі псевдовипадкові послідовності, що задовольняють необхідному рівневі бічних пелюсток.

Оскільки зростання довжини псевдовипадкової послідовності N істотно збільшує час пошуку, то, на сьогоднішній день, відомі:

- псевдошумові послідовності [8, 9] з максимальним рівнем бічних пелюсток $2/N$ для $13 < N \leq 28$;
- псевдошумові послідовності [10, 11, 12] з максимальним рівнем бічних пелюсток $3/N$ для $28 < N \leq 51$;
- псевдошумові послідовності [13, 14] з максимальним рівнем бічних пелюсток $4/N$ для $51 < N \leq 70$;

– псевдошумові послідовності [15] з максимальним рівнем бічних пелюсток $5/N$ для $70 < N \leq 105$.

У загальному випадку, структурна схема фільтра, узгодженого зі структурою квазібаркерівських послідовностей відповідає схемі, наведеній на рис. 2.1.

Розрахуємо та занесемо до табл. 2.1 усі квазібаркерівські кодові послідовності з коефіцієнтом стиснення $k_{\text{ст}} = N = 11$. Рівень бічних пелюсток для цих послідовностей РБП = 2.

Таблиця 2.2 – Знайдені квазібаркерівські кодові послідовності

k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	k_6	k_7	k_8	k_9	k_{10}	k_{11}	$k_{\text{ст}}$	№
+	+	–	–	+	–	+	–	–	–	–	11/2	1964
+	–	–	+	+	–	+	–	–	–	–	11/2	1958
+	–	+	–	–	–	–	+	+	–	–	11/2	1658
+	–	–	+	+	+	+	+	–	+	–	11/2	1286
–	–	+	+	–	+	–	–	–	–	–	11/2	2003
–	+	–	–	+	+	–	–	–	–	–	11/2	1997
–	+	–	–	–	+	+	–	–	–	–	11/2	1949
–	+	–	+	+	–	–	+	–	–	–	11/2	1893
–	–	+	–	–	+	–	+	–	–	–	11/2	1883
–	–	+	+	–	+	–	+	–	–	–	11/2	1875
–	+	–	+	–	–	+	+	–	–	–	11/2	1845
–	+	+	–	–	–	–	–	–	+	–	11/2	1529
–	+	+	+	–	–	–	–	–	+	–	11/2	1521
–	+	+	–	–	–	–	+	–	+	–	11/2	1401

2.4 М-последовності

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

а) М-последовність є періодичною з періодом, що складається з N імпульсів (символів);

б) бічні пелюстки періодичної автокореляційної функції сигналів, утворених М-последовністю, рівні $1/N$. Але так само періодично повторюються й головні пелюстки;

в) автокореляційна функція усіченої М-последовності, під якою розуміється неперіодична последовність 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-последовностей, власне, не розв'язується задача синтезу. Навпроти, відповідно до апріорного алгоритму, складається последовність, а потім досліджуються її властивості.

2.5 Багатофазні кодові последовності

Альтернативою пошуку псевдошумових последовностей з оптимальною функцією автокореляції є перехід від двійкових последовностей (із зсувом фаз на 0° або 180°) до багатофазних последовностей.

В 1956 році Long вперше запропонував трифазні последовності, потім Carley й Welti в 1960 році – чотирифазні. В 1965 р. Golomb [16] увів поняття узагальнених кодів у вигляді багатофазної последовності, де значення фази на кожному кодовому інтервалі визначається з діапазону $0^\circ \dots 360^\circ$. Було показано, що розширення обсягу алфавіту дозволяє збільшити довжину кодових маніпуляційних последовностей.

Систематичний підхід до побудови багатофазних псевдошумових

послідовностей тривалий час був відсутній. Тому нові кодові послідовності із ще більш низьким значенням рівня бічних пелюсток синтезували шляхом багатовимірних нелінійних оптимізацій раніше знайдених багатофазних кодів. Так, у роботі [17] запропоновано нелінійний метод зниження рівня бічних пелюсток нормованої функції автокореляції псевдошумових багатофазних послідовностей, отриманих на основі процедури оптимізації кодів Френка [18], до значень $1/(\pi \cdot N^{1/2})$.

Аналітичний метод синтезу багатофазних псевдошумових послідовностей був запропонований в [19]. Але, внаслідок неоптимальності алгоритму, пошук нових псевдошумових послідовностей з трьох комп'ютерах Core i7, з'єднаних з кластером на чотирьох двопроцесорних платах Intel Xeon E5520 QuadCore, й десяти комп'ютерах Core 2 Duo здійснюється надзвичайно довго [20]. Пошук рівномірних послідовностей (із сталим кроком зміни фази) зупинявся тільки після того, як протягом тривалого часу (трьох і більше тижнів) не було знайдено нових розв'язків. Пошук нерівномірних розв'язків виявляється не повним внаслідок того, що число розв'язків поступово зростає, а із збільшенням довжини N час розрахунку й імовірність вірного розпізнавання послідовності істотно знижуються. Це ускладнює повний пошук, а також робить його невизначеним...

Основною проблемою за технічного здійснення багаторівневої фазової маніпуляції є великий обсяг алфавіту, що, у загальному випадку, досягає N і не має закономірного характеру зміни значень фази.

2.6 Неоптимальна обробка

Аналіз структури узгодженого фільтра фазокодоманіпульованих сигналів (рис. 2.1), виконаний в [...], 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 .

Для знаходження значень вагових коефіцієнтів k_i (рис. 2.1), укладають 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 $N = 11$ (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:

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

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.

Розрахуємо та занесемо до табл. 2.3 відповідно до (3.2) кодові послідовності, а до табл. 2.4 – вагові коефіцієнти оптимального фільтра, узгодженого з розрахованими кодовими послідовностями.

Таблиця 2.3 – Кодові послідовності для зваженої узгодженої фільтрації

k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	k_6	k_7	k_8	k_9	k_{10}	k_{11}	$k_{\text{ст}}$
—	+	—	+	—	—	+	+	+	+	+	14,20
—	+	—	—	+	—	—	—	+	+	+	11,91
—	+	—	+	+	+	+	—	—	+	+	8,92
—	+	+	—	—	+	—	+	+	+	+	8,86
—	+	+	—	—	—	+	+	+	+	+	8,37
+	—	—	+	—	—	—	+	+	+	+	8,19
+	—	+	—	+	—	—	+	+	+	+	8,11
—	+	—	+	—	—	+	—	—	+	+	8,09
+	—	+	—	—	+	—	—	—	+	+	8,03
—	+	—	+	+	+	—	+	+	—	+	8,02
—	+	+	—	—	+	+	+	+	—	+	7,95
—	—	+	+	—	—	+	—	+	+	+	7,94

Продовження таблиці 2.3

k ₁	k ₂	k ₃	k ₄	k ₅	k ₆	k ₇	k ₈	k ₉	k ₁₀	k ₁₁	k _{ст}
—	—	—	+	+	+	—	+	+	+	+	7,87
+	—	+	—	—	+	+	+	+	+	+	7,67
+	+	—	—	+	—	+	+	+	+	+	7,48
—	+	—	+	+	—	—	+	+	+	+	7,45
+	+	—	—	—	+	—	+	+	+	+	7,41
+	+	—	—	+	+	—	+	+	+	+	7,30
+	—	—	+	+	+	+	—	+	—	+	7,22
+	+	—	+	+	—	—	—	+	+	+	7,02
—	+	—	+	+	+	+	+	—	+	+	6,94
—	—	+	+	—	+	—	+	+	+	+	6,93
—	+	+	—	—	—	—	—	+	—	+	6,93
—	—	—	+	—	—	+	+	+	+	+	6,90
+	—	—	—	+	+	—	+	+	—	+	6,83
—	+	—	+	—	—	—	+	+	—	+	6,83
—	+	—	+	—	—	+	+	+	—	+	6,81
+	—	—	+	—	—	—	—	+	—	+	6,79
—	+	+	+	—	+	—	+	+	+	+	6,77
+	—	—	+	+	—	—	—	+	—	+	6,68
+	—	+	—	—	+	+	+	—	+	+	6,63
—	—	—	+	+	—	+	+	+	+	+	6,62
+	—	—	—	+	—	—	+	+	+	+	6,51
—	+	+	+	—	—	+	+	+	+	+	6,49

Таблиця 2.4 – Вагові коефіцієнти оптимального фільтра, узгодженого з розрахованими 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 _{ст}
-1,00	0,72	-0,72	2,01	-1,38	-2,60	1,41	2,01	0,69	0,69	1,00	14,20
-1,02	0,96	-0,96	-1,30	1,18	-1,30	-1,19	-1,30	0,96	0,97	1,02	11,91
-1,34	1,01	-1,01	1,59	1,08	1,17	1,60	-0,36	-1,12	0,94	0,72	8,92
-0,66	0,92	1,06	-0,39	-1,67	1,27	-1,04	1,56	0,87	0,94	1,25	8,86
-1,24	0,89	1,39	-1,55	0,52	-1,32	1,51	0,63	1,01	0,13	1,24	8,37
0,82	-0,77	-1,65	3,11	-1,50	-0,13	-1,44	1,31	0,50	1,87	0,26	8,19
0,73	-1,77	-0,08	-0,32	1,93	-1,20	-1,60	1,45	1,33	0,97	1,16	8,11
-1,24	0,13	-1,14	0,45	-1,46	-1,32	-0,47	-1,44	-1,22	0,89	1,24	8,09
0,23	-1,49	0,45	-0,94	-1,15	0,16	-0,97	-2,25	-1,31	0,59	0,65	8,03
-1,24	-0,57	-0,59	2,47	2,37	1,16	-1,21	0,31	0,97	0,09	0,37	8,02
-0,59	0,60	0,20	-1,00	-0,93	1,05	1,14	1,11	1,65	-0,37	0,83	7,95
-0,58	-0,68	0,27	1,09	-0,93	-1,04	1,28	-1,08	1,76	0,37	0,88	7,94

Продовження таблиці 2.4

k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	k_6	k_7	k_8	k_9	k_{10}	k_{11}	$k_{\text{ст}}$
-0,33	0,04	-1,09	0,31	1,14	1,40	-2,72	2,56	0,62	-0,60	1,37	7,87
1,05	-0,96	1,39	-1,50	-1,46	1,41	1,53	0,20	0,67	0,50	0,68	7,67
0,50	0,85	-0,87	-1,20	1,86	-1,47	1,03	-0,07	1,02	0,75	0,60	7,48
-0,60	1,16	-2,17	1,30	0,71	-0,89	-0,59	0,87	1,76	1,16	0,75	7,45
0,35	1,03	-0,70	-1,01	-0,25	1,56	-1,37	1,98	0,64	-0,03	1,38	7,41
0,32	1,40	-1,80	-0,48	-0,56	2,15	-2,86	3,05	-0,35	1,18	0,58	7,30
0,72	-0,83	-0,87	1,22	2,05	1,63	1,43	0,07	0,97	-0,55	1,00	7,22
0,44	1,05	-1,42	1,01	1,15	-1,04	0,17	-1,36	1,64	0,14	1,35	7,02
-0,96	0,20	-0,68	0,59	0,75	1,46	1,39	-0,12	-1,60	0,25	0,91	6,94
-0,97	-0,69	1,05	1,48	-1,61	1,03	-1,39	1,03	0,61	1,00	0,66	6,93
-0,95	0,49	0,93	-1,28	-1,29	-0,98	-1,19	-0,86	0,59	-0,83	0,61	6,93
-0,86	0,49	-1,19	2,84	-1,67	-1,70	1,16	0,25	0,72	0,70	0,13	6,90
0,12	-1,07	-1,13	-1,17	0,91	0,87	0,20	0,77	1,12	-0,25	0,95	6,83
-0,71	0,06	-0,68	-0,23	-1,74	-2,68	-1,81	1,01	0,62	-0,31	0,52	6,83
-0,12	0,68	-0,74	0,20	-1,17	-1,64	1,62	2,78	1,11	0,43	0,86	6,81
0,35	-1,03	-0,45	1,55	-0,05	-1,83	-1,48	-1,37	0,64	0,38	1,01	6,79
-1,09	0,42	1,42	-0,12	-1,53	1,26	-0,65	0,59	0,74	0,22	0,91	6,77
0,31	-1,42	-1,23	0,57	-0,51	-1,67	-2,55	-2,66	-0,07	-1,23	0,50	6,68
1,13	-0,65	0,22	-0,98	-0,85	0,74	2,21	1,33	0,17	1,43	1,02	6,63
-0,69	-0,28	-0,63	1,10	1,99	-2,74	1,78	-0,23	0,82	0,07	0,71	6,62
0,89	-1,10	-0,09	-1,41	2,74	-0,90	-0,79	1,03	0,22	0,79	1,13	6,51
-1,37	2,22	-0,93	1,76	-1,42	-1,36	1,59	0,41	0,01	1,25	0,45	6,49

У перших двох рядках табл. 2.3 наведено послідовності з коефіцієнтом стиснення сигналу, більшим за $N = 11$. Ці послідовності мають рівень бічних пелюсток менший, ніж $1/N$. Для послідовності, яка відповідає 11-позиційному кодові Баркера (див. другий рядок табл. 2.3), отримано не максимальний коефіцієнт стиснення $k_{\text{ст}}$ (сам же код Баркера наведено у другому рядку табл. 2.3).

2.7 Вибір напрямку дослідження

Виконаний огляд відомих кодових послідовностей і способів їхнього отримання дозволяє зробити вибір напрямку дослідження:

а) багатофазні послідовності занадто складні за технічного здійснення,

отже – мають обмежену область застосування. Тому зупинимося на дворівневій маніпуляції;

б) 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 ОПИС РЕЗУЛЬТАТІВ МАГІСТЕРСЬКОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 Розрахунок основних статистичних параметрів

Подамо на вхід узгодженого фільтра псевдовипадкову послідовність y розрахуємо основні статистичні параметри стиснутого сигналу:

- середнє значення $X_{\text{сер}}$;
- дисперсію D ;
- середньоквадратичне відхилення СКВ.

Для кодів Баркера зведемо дані до табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Статистичні параметри кодів Баркера

$N_{\text{пі}}$	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}	$X_{\text{сер}}$	D	СКВ
3	–	+	+											7.19851	14.12082	3.75777
4	+	–	+	+										8.19103	18.50589	4.30185
5	+	–	+	+	+									9.13105	22.76098	4.77085
7	–	+	–	–	+	+	+							10.9917	32.22819	5.67699
														3		
11	–	+	–	–	+	–	–	–	+	+	+			13.6778	51.43498	7.17182
														2		
13	+	–	+	–	+	+	–	–	+	+	+	+	+	14.8438	59.56021	7.71753
														0		

Розраховані статистичні параметри для квазібаркерівських послідовностей зведемо до табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Статистичні параметри квазібаркерівських кодових послідовностей

№	k ₁	k ₂	k ₃	k ₄	k ₅	k ₆	k ₇	k ₈	k ₉	k ₁₀	k ₁₁	k _{ст}	X _{сеп}	Д	СКВ
1964	+	+	–	–	+	–	+	–	–	–	–	11/2	13.64947	50.44360	7.10237
1958	+	–	–	+	+	–	+	–	–	–	–	11/2	13.74317	49.94994	7.06753
1658	+	–	+	–	–	–	–	+	+	–	–	11/2	13.68698	49.73411	7.05224
1286	+	–	–	+	+	+	+	+	–	+	–	11/2	13.68807	50.96465	7.13895
2003	–	–	+	+	–	+	–	–	–	–	–	11/2	13.77653	50.63105	7.11555
1997	–	+	–	–	+	+	–	–	–	–	–	11/2	13.86589	48.73913	6.98134
1949	–	+	–	–	–	+	+	–	–	–	–	11/2	13.69082	51.04705	7.14472
1893	–	+	–	+	+	–	–	+	–	–	–	11/2	13.84945	51.34412	7.16548
1883	–	–	+	–	–	+	–	+	–	–	–	11/2	13.83761	50.78358	7.12626
1875	–	–	+	+	–	+	–	+	–	–	–	11/2	13.74346	51.73247	7.19253
1845	–	+	–	+	–	–	+	+	–	–	–	11/2	13.81689	49.67454	7.04802
1529	–	+	+	–	–	–	–	–	–	+	–	11/2	13.73737	49.54919	7.03912
1521	–	+	+	+	–	–	–	–	–	+	–	11/2	13.60395	49.11321	7.00808
1401	–	+	+	–	–	–	–	+	–	+	–	11/2	13.63666	49.45245	7.03224

Розраховані статистичні параметри послідовностей для неоптимальної фільтрації зведемо до табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – 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}	$k_{\text{ср}}$	$X_{\text{ср}}$	D	СКВ
–	+	–	+	–	–	+	+	+	+	+	14,20	13.75547	48.46038	6.96135
–	+	–	–	+	–	–	–	+	+	+	11,91	15.03126	62.98145	7.93609
–	+	–	+	+	+	+	–	–	+	+	8,92	14.18000	52.77105	7.26437
–	+	+	–	–	+	–	+	+	+	+	8,86	14.29396	52.92765	7.27514
–	+	+	–	–	–	+	+	+	+	+	8,37	14.62699	58.55960	7.65242
+	–	–	+	–	–	–	+	+	+	+	8,19	16.41660	70.33066	8.38634
+	–	+	–	+	–	–	+	+	+	+	8,11	15.12763	62.13787	7.88276
–	+	–	+	–	–	+	–	–	+	+	8,09	14.78971	56.81812	7.53778
+	–	+	–	–	+	–	–	–	+	+	8,03	16.04764	68.43271	8.27241
–	+	–	+	+	+	–	+	+	–	+	8,02	16.73770	76.17173	8.72764
–	+	+	–	–	+	+	+	+	–	+	7,95	14.90811	56.45585	7.51371
–	–	+	+	–	–	+	–	+	+	+	7,94	14.85136	59.48922	7.71293
–	–	–	+	+	+	–	+	+	+	+	7,87	17.02367	77.40827	8.79820
+	–	+	–	–	+	+	+	+	+	+	7,67	14.72446	59.17627	7.69261
+	+	–	–	+	–	+	+	+	+	+	7,48	15.14839	60.35220	7.76867
–	+	–	+	+	–	–	+	+	+	+	7,45	14.82384	58.68345	7.66051
+	+	–	–	–	+	–	+	+	+	+	7,41	15.93416	66.22528	8.13789
+	+	–	–	+	+	–	+	+	+	+	7,30	16.68723	73.64674	8.58177
+	–	–	+	+	+	+	–	+	–	+	7,22	15.18043	59.63628	7.72245
+	+	–	+	+	–	–	–	+	+	+	7,02	15.14719	62.82711	7.92636
–	+	–	+	+	+	+	+	–	+	+	6,94	13.78103	51.79897	7.19715
–	–	+	+	–	+	–	+	+	+	+	6,93	15.43237	64.87725	8.05464
–	+	+	–	–	–	–	–	+	–	+	6,93	16.07568	71.31024	8.44454
–	–	–	+	–	–	+	+	+	+	+	6,90	14.52500	56.38458	7.50897
+	–	–	–	+	+	–	+	+	–	+	6,83	14.30918	54.53162	7.38455
–	+	–	+	–	–	–	+	+	–	+	6,83	16.98426	77.36304	8.79563
–	+	–	+	–	–	+	+	+	–	+	6,81	15.40754	63.27889	7.95480
+	–	–	+	–	–	–	–	+	–	+	6,79	17.72292	84.51743	9.19334
–	+	+	+	–	+	–	+	+	+	+	6,77	16.86248	76.69030	8.75730
+	–	–	+	+	–	–	–	+	–	+	6,68	16.19662	69.38019	8.32948
+	–	+	–	–	+	+	+	–	+	+	6,63	15.79350	64.95066	8.05920
–	–	–	+	+	–	+	+	+	+	+	6,62	16.91341	78.78200	8.87592
+	–	–	–	+	–	–	+	+	+	+	6,51	15.66237	66.22634	8.13796
–	+	+	+	–	–	+	+	+	+	+	6,49	17.72376	82.48604	9.08218

3.2 Збалансованість кодових послідовностей

Однією з важливих характеристик псевдошумової послідовності для радіозв'язку є її збалансованість: якщо кількість кодових позицій, що відповідають логічній "одиниці" й логічному "нулеві" не перевищує 1, то послідовність – збалансована.

Розрахуємо значення M_+ й M_- , що відповідають логічній "одиниці" й логічному "нулеві", відповідно, для усіх псевдошумових послідовностей. Як видно з табл. 3.4-3.6, на жаль, лише 3-, 7- й 11-позиційний коди Баркера є збалансованими, а решта послідовностей – ні.

Таблиця 3.4 – Збалансованість кодів Баркера

$N_{\text{пі}}$	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}	M_+	M_-
3	–	+	+											2	1
4	+	–	+	+										3	1
5	+	–	+	+	+									4	1
7	–	+	–	–	+	+	+							4	3
11	–	+	–	–	+	–	–	–	+	+	+			5	6
13	+	–	+	–	+	+	–	–	+	+	+	+	+	9	4

Таблиця 3.5 – Збалансованість кодових послідовностей для вагової узгодженої фільтрації

k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	k_6	k_7	k_8	k_9	k_{10}	k_{11}	$k_{\text{ст}}$	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

Таблиця 3.6 – Збалансованість квазібаркерівських кодових послідовностей для вагової узгодженої фільтрації

№	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	k_6	k_7	k_8	k_9	k_{10}	k_{11}	$k_{\text{ст}}$	M_+	M_-
1964	+	+	–	–	+	–	+	–	–	–	–	11/2	4	7
1958	+	–	–	+	+	–	+	–	–	–	–	11/2	4	7
1658	+	–	+	–	–	–	–	+	+	–	–	11/2	4	7
1286	+	–	–	+	+	+	+	+	–	+	–	11/2	7	4
2003	–	–	+	+	–	+	–	–	–	–	–	11/2	3	8
1997	–	+	–	–	+	+	–	–	–	–	–	11/2	3	8
1949	–	+	–	–	–	+	+	–	–	–	–	11/2	3	8
1893	–	+	–	+	+	–	–	+	–	–	–	11/2	4	7
1883	–	–	+	–	–	+	–	+	–	–	–	11/2	3	8
1875	–	–	+	+	–	+	–	+	–	–	–	11/2	4	7
1845	–	+	–	+	–	–	+	+	–	–	–	11/2	4	7
1529	–	+	+	–	–	–	–	–	–	+	–	11/2	3	8
1521	–	+	+	+	–	–	–	–	–	+	–	11/2	4	7
1401	–	+	+	–	–	–	–	+	–	+	–	11/2	4	7

3.3 Автокореляційна функція кодових послідовностей

На рис. 3.1 наведено ненормовану автокореляційну функцію 11-позиційного кода Баркера.

На рис. 3.2 наведено ненормовану автокореляційну функцію 11-позиційного квазібаркерівського кода № 1964 (див. табл. 3.2).

На рис. 3.3 наведено ненормовану автокореляційну функцію 11-позиційного квазібаркерівського кода № 1997 (див. табл. 3.2).

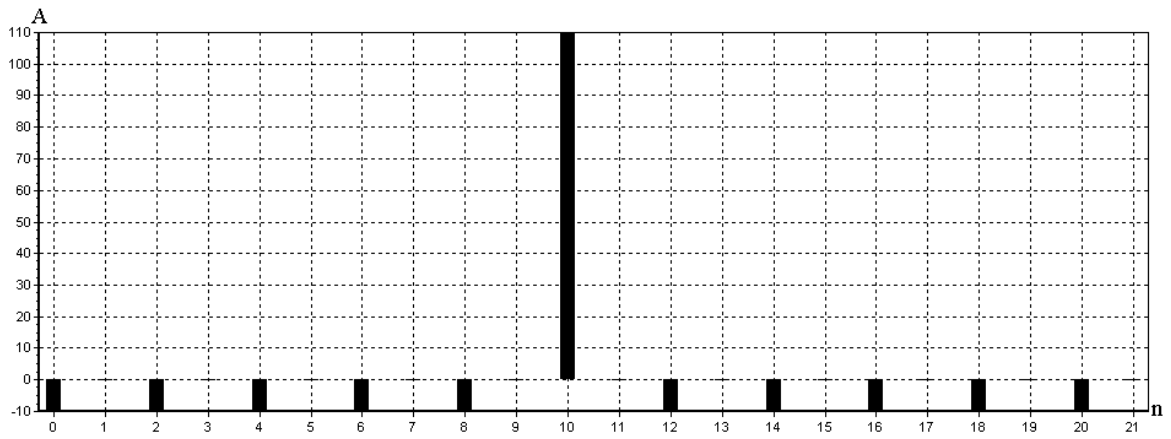


Рисунок 3.1 – Автокореляційна функція 11-позиційного кода Баркера
($k_{\text{ст}}=N=11$)

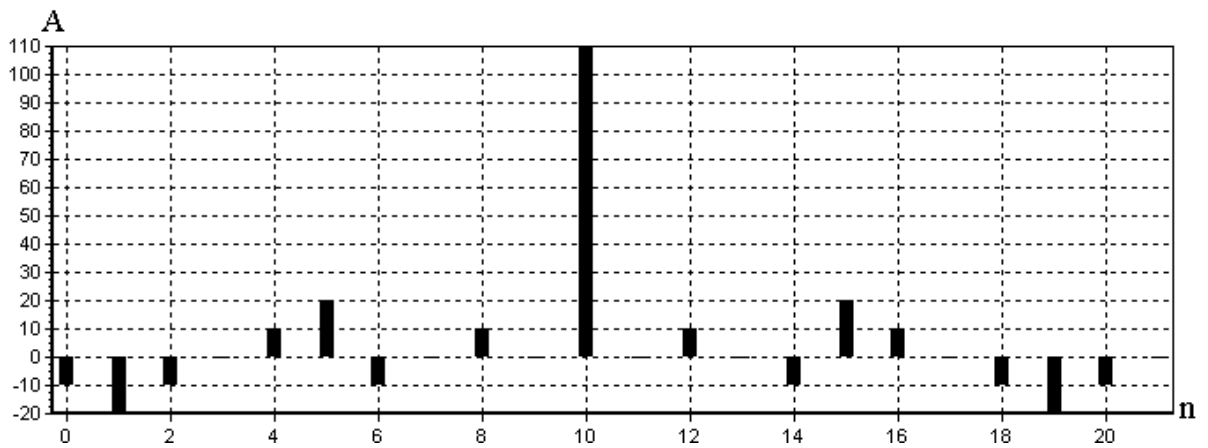


Рисунок 3.2 – Автокореляційна функція кодової послідовності з № 1964

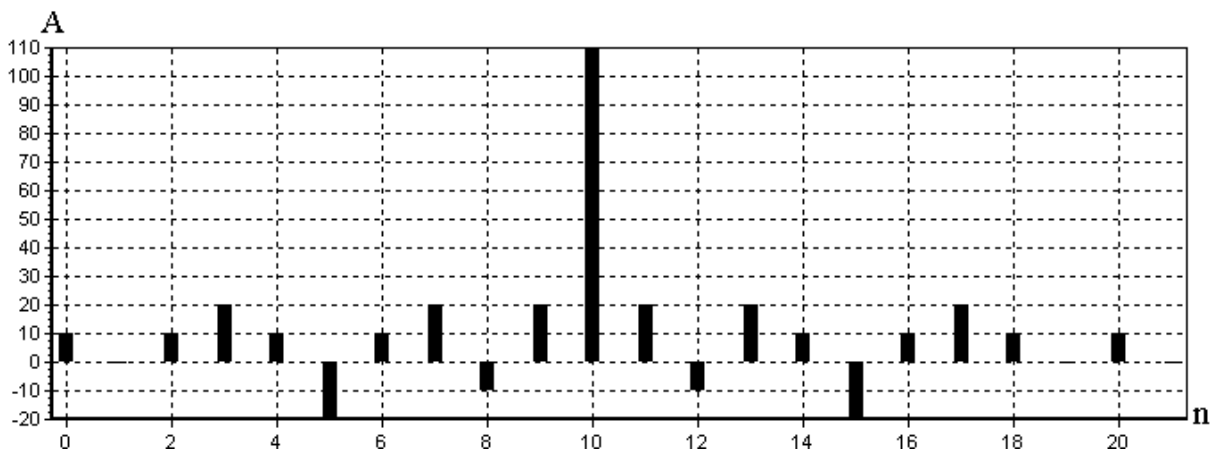


Рисунок 3.3 – Автокореляційна функція кодової послідовності з № 2003

Усі наведені у табл. 3.5 псевдошумові послідовності на відміну від кодів Баркера, мають рівні бічних пелюсток автокореляційної функції $РБП=2/N$. Але перші чотири сигнали з табл. 3.5 мають чотири бічні пелюстки рівня $РБП=2/N$, а решта сигналів – вісім бічних пелюсток (див. рис. 3.2-3.3).

На рис. 3.4 й 3.5 наведено ненормовані автокореляційні функції поданих у табл. 3.5 псевдошумових послідовностей з $k_{ст}=14,20$ й $k_{ст}=8,19$, відповідно. Наведені 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. 3.5).

Оскільки структура сигналу з $k_{ст}=11,91$ відповідає структурі 11-позиційного кода Баркера, то його автокореляційна функція матиме вигляд рис. 3.1.

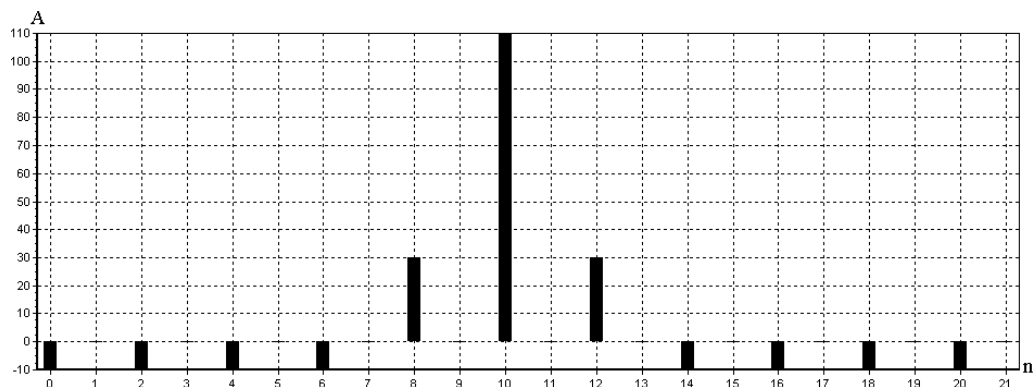


Рисунок 3.4 – Автокореляційна функція кодової послідовності з $k_{ст}=14,20$

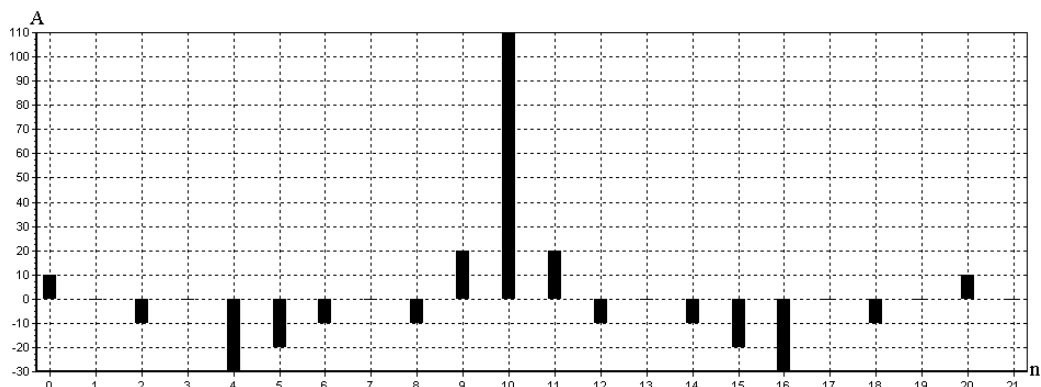


Рисунок 3.5 – Автокореляційна функція кодової послідовності з $k_{ст}=8,19$

3.4 Узгоджена фільтрація

На рис. 3.6 наведено результат стиснення 11-позиційного коду Баркера. Як можна побачити, у випадку кодів Баркера (і квазібаркерівських – аналогічно), обчислення автокореляційної функції й узгоджена фільтрація дають однаковий результат.

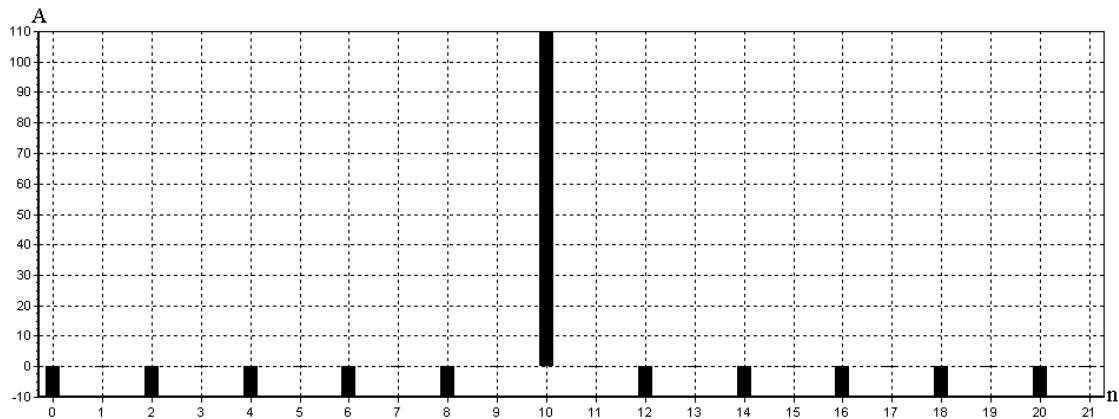


Рисунок 3.6 – Стиснений 11-позиційний код Баркера ($k_{\text{ст}}=N=11$)

На рис. 3.7...3.9 наведено результат узгодженої фільтрації (рис. 2.1) 11-позиційних псевдошумових кодових послідовностей з $k_{\text{ст}}=14,20$, $k_{\text{ст}}=11,91$ 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 цих послідовностей з $k_{\text{ст}}=14,20$ (рис. 3.7) й $k_{\text{ст}}=11,91$ (рис. 3.8) рівень бічних пелюсток – менший, ніж у кода Баркера (див. рис. 3.6), а для решти знайдених послідовностей – більший (наприклад, рис. 3.9) й лежить у межах від $1/8,92$ до $1/6,49$.

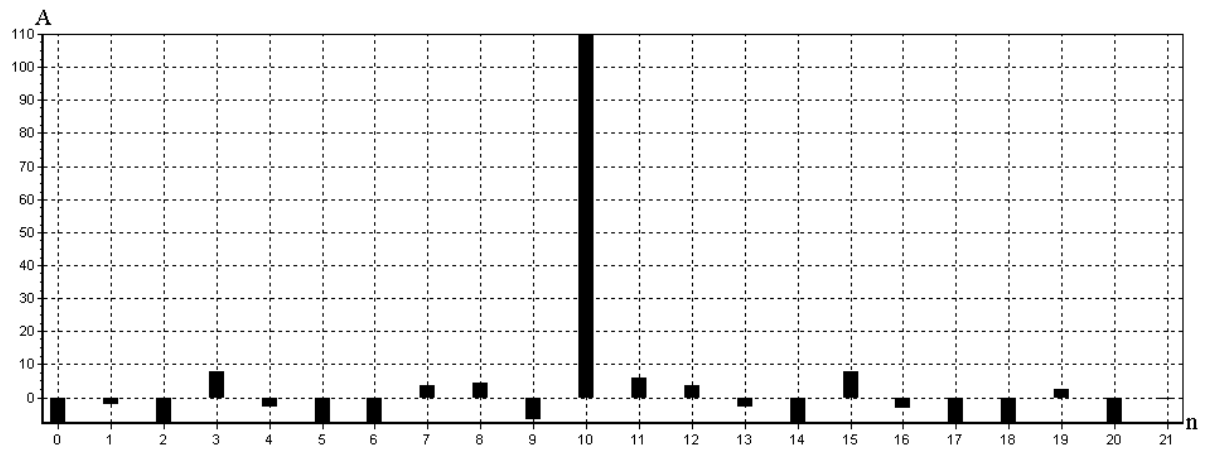


Рисунок 3.7 – Стиснена 11-позиційна кодова послідовність з $k_{ct}=14,20$

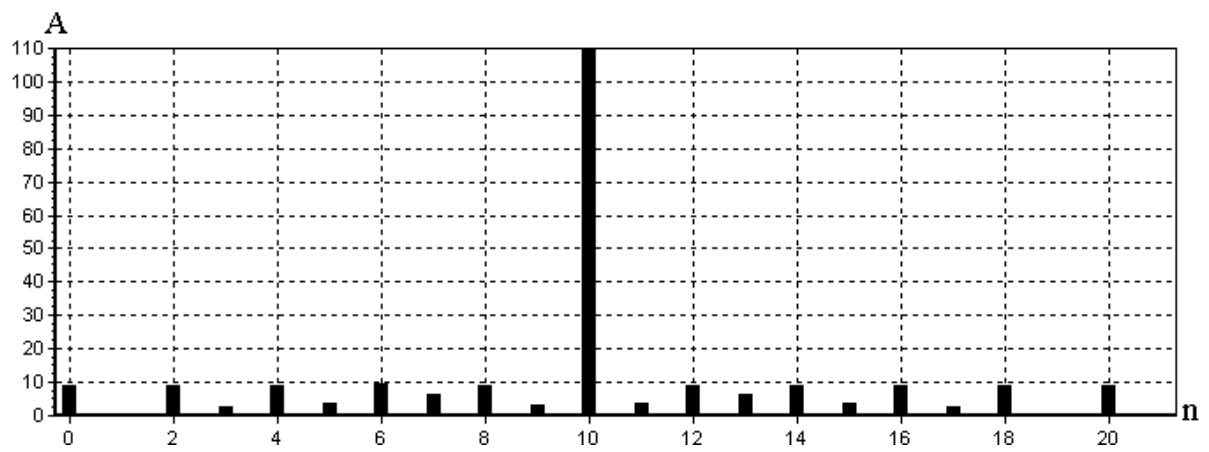


Рисунок 3.8 – Стиснена 11-позиційна кодова послідовність з $k_{ct}=11,91$

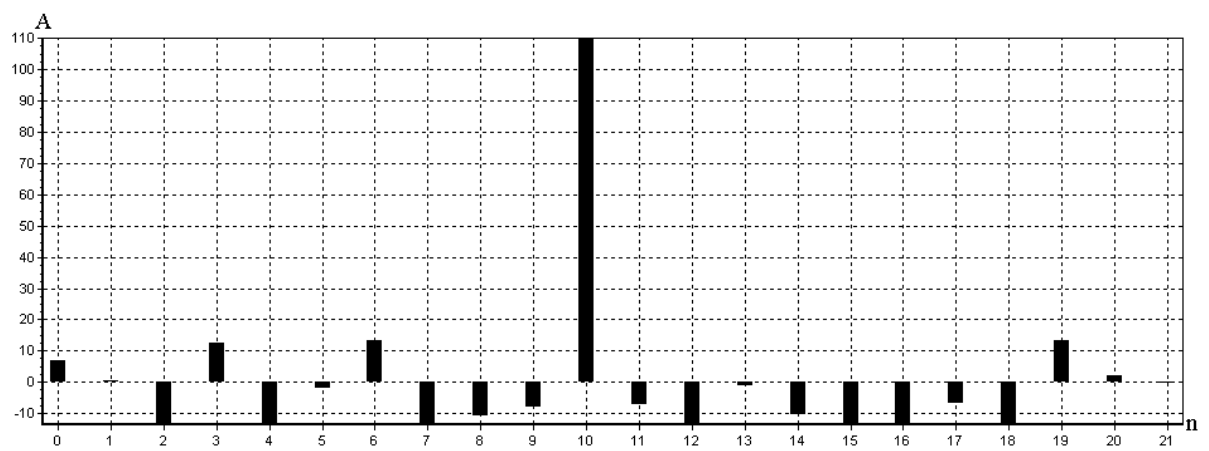


Рисунок 3.9 – Стиснена 11-позиційна кодова послідовність з $k_{ct}=8,19$

3.5 Відношення сигнал/шум

Вагова обробка позицій вхідного сигналу ($|k_i| \neq 1$ – рис. 2.1) обумовлює наявність втрат L у відношенні сигнал/шум стиснутого сигналу порівняно до оптимального фільтра Баркера (табл. 3.7) і може бути кількісно оцінена наступним виразом:

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

У табл. 3.7 наведено результати розрахунку цих втрат. Видно, що ці втрати не перевищують 2 дБ. Порівнюючи характер зміни середньоквадратичного відхилення СКВ й втрати L можна помітити їхню кореляцію: чим більше СКВ, тим більше L .

Таблиця 3.7 – Втрати у відношенні сигнал/шум внаслідок вагової обробки

k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	k_6	k_7	k_8	k_9	k_{10}	k_{11}	k_{CT}	СКВ	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	7.93609	0.914
-1,02	0,96	-0,96	-1,30	1,18	-1,30	-1,19	-1,30	0,96	0,97	1,02	11,91	6.96135	0.071
-1,34	1,01	-1,01	1,59	1,08	1,17	1,60	-0,36	-1,12	0,94	0,72	8,92	7.26437	0.410
-0,66	0,92	1,06	-0,39	-1,67	1,27	-1,04	1,56	0,87	0,94	1,25	8,86	7.27514	0.462
-1,24	0,89	1,39	-1,55	0,52	-1,32	1,51	0,63	1,01	0,13	1,24	8,37	7.65242	0.692
0,82	-0,77	-1,65	3,11	-1,50	-0,13	-1,44	1,31	0,50	1,87	0,26	8,19	8.38634	1.614
0,73	-1,77	-0,08	-0,32	1,93	-1,20	-1,60	1,45	1,33	0,97	1,16	8,11	7.88276	0.917
-1,24	0,13	-1,14	0,45	-1,46	-1,32	-0,47	-1,44	-1,22	0,89	1,24	8,09	7.53778	0.739
0,23	-1,49	0,45	-0,94	-1,15	0,16	-0,97	-2,25	-1,31	0,59	0,65	8,03	8.27241	1.455
-1,24	-0,57	-0,59	2,47	2,37	1,16	-1,21	0,31	0,97	0,09	0,37	8,02	8.72764	1.847
-0,59	0,60	0,20	-1,00	-0,93	1,05	1,14	1,11	1,65	-0,37	0,83	7,95	7.51371	0.797
-0,58	-0,68	0,27	1,09	-0,93	-1,04	1,28	-1,08	1,76	0,37	0,88	7,94	7.71293	0.791
-0,33	0,04	-1,09	0,31	1,14	1,40	-2,72	2,56	0,62	-0,60	1,37	7,87	8.79820	1.969
1,05	-0,96	1,39	-1,50	-1,46	1,41	1,53	0,20	0,67	0,50	0,68	7,67	7.69261	0.734
0,50	0,85	-0,87	-1,20	1,86	-1,47	1,03	-0,07	1,02	0,75	0,60	7,48	7.76867	0.950
-0,60	1,16	-2,17	1,30	0,71	-0,89	-0,59	0,87	1,76	1,16	0,75	7,45	7.66051	0.765

Продовження таблиці 3.7

k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	k_6	k_7	k_8	k_9	k_{10}	k_{11}	k_{CT}	СКВ	L, дБ
0,35	1,03	-0,70	-1,01	-0,25	1,56	-1,37	1,98	0,64	-0,03	1,38	7,41	8.13789	1.396
0,32	1,40	-1,80	-0,48	-0,56	2,15	-2,86	3,05	-0,35	1,18	0,58	7,30	8.58177	1.792
0,72	-0,83	-0,87	1,22	2,05	1,63	1,43	0,07	0,97	-0,55	1,00	7,22	7.72245	0.966
0,44	1,05	-1,42	1,01	1,15	-1,04	0,17	-1,36	1,64	0,14	1,35	7,02	7.92636	0.957
-0,96	0,20	-0,68	0,59	0,75	1,46	1,39	-0,12	-1,60	0,25	0,91	6,94	7.19715	1.356
-0,97	-0,69	1,05	1,48	-1,61	1,03	-1,39	1,03	0,61	1,00	0,66	6,93	8.05464	0.378
-0,95	0,49	0,93	-1,28	-1,29	-0,98	-1,19	-0,86	0,59	-0,83	0,61	6,93	8.44454	0.341
-0,86	0,49	-1,19	2,84	-1,67	-1,70	1,16	0,25	0,72	0,70	0,13	6,90	7.50897	1.731
0,12	-1,07	-1,13	-1,17	0,91	0,87	0,20	0,77	1,12	-0,25	0,95	6,83	7.38455	0.924
-0,71	0,06	-0,68	-0,23	-1,74	-2,68	-1,81	1,01	0,62	-0,31	0,52	6,83	8.79563	2.214
-0,12	0,68	-0,74	0,20	-1,17	-1,64	1,62	2,78	1,11	0,43	0,86	6,81	7.95480	1.777
0,35	-1,03	-0,45	1,55	-0,05	-1,83	-1,48	-1,37	0,64	0,38	1,01	6,79	9.19334	1.358
-1,09	0,42	1,42	-0,12	-1,53	1,26	-0,65	0,59	0,74	0,22	0,91	6,77	8.75730	1.163
0,31	-1,42	-1,23	0,57	-0,51	-1,67	-2,55	-2,66	-0,07	-1,23	0,50	6,68	8.32948	1.816
1,13	-0,65	0,22	-0,98	-0,85	0,74	2,21	1,33	0,17	1,43	1,02	6,63	8.05920	1.183
-0,69	-0,28	-0,63	1,10	1,99	-2,74	1,78	-0,23	0,82	0,07	0,71	6,62	8.87592	2.114
0,89	-1,10	-0,09	-1,41	2,74	-0,90	-0,79	1,03	0,22	0,79	1,13	6,51	8.13796	1.542
-1,37	2,22	-0,93	1,76	-1,42	-1,36	1,59	0,41	0,01	1,25	0,45	6,49	9.08218	1.099

3.6 Характеристики виявлення

На рис. 3.10 наведено характеристики виявлення $F_{в.в.}$ 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. Лівіше від неї проходять характеристики для псевдошумових послідовностей з дробними коефіцієнтами з дещо більшими імовірностями вірного виявлення: виграш W не перевищує 0,5 дБ у відношенні сигнал/шум (див. табл. 3.8). Правіше 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. 3.8).

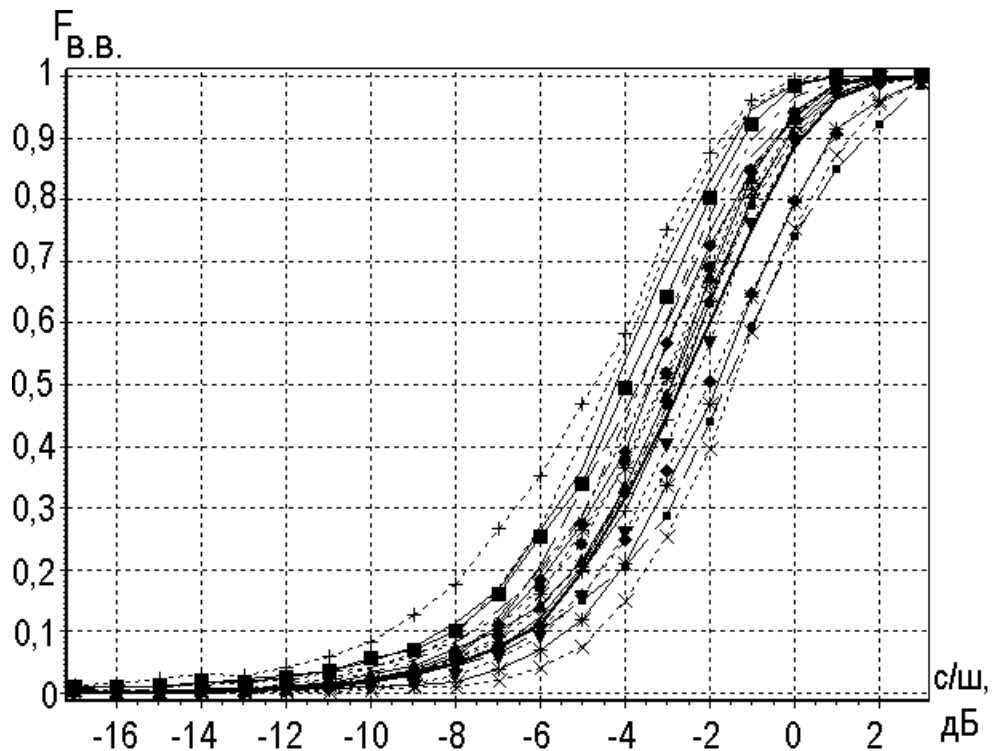


Рисунок 3.10 – Характеристики виявлення корисного сигналу на тлі шумів за імовірності рівня хибних тривог 10^{-3} запропонованих кодових послідовностей

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

Таблиця 3.8 – Втрати W на характеристиці виявлення для кодових послідовностей для вагової обробки 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}	$k_{\text{ст}}$	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

Продовження таблиці 3.8

k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	k_6	k_7	k_8	k_9	k_{10}	k_{11}	$k_{\text{ст}}$	W , дБ
+	—	+	—	—	+	—	—	—	+	+	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

На рис. 3.11 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 (перша крива зліва) наведено характеристику виявлення для 11-позиційного кода Баркера. Правіше від неї проходять характеристики квазібаркерівських псевдошумових послідовностей з дещо меншими імовірностями вірного виявлення: програш W не перевищує 3 дБ у відношенні сигнал/шум (табл. 3.8).

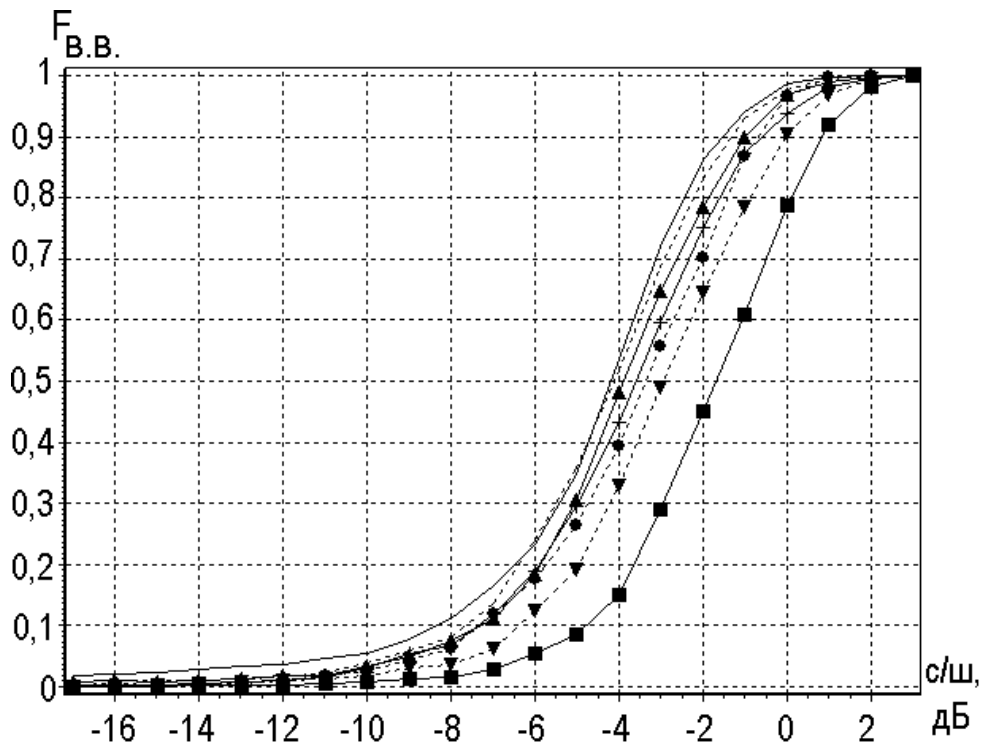


Рисунок 3.11 – Характеристики виявлення корисного сигналу на тлі шумів за імовірності рівня хибних тривог 10^{-3} квазібаркерівських псевдошумових послідовностей

4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

В цьому розділі проаналізовано економічні аспекти проекту. Фінансові результати діяльності підприємства – це кінцевий економічний результат проекту, що виражається у формі прибутку або збитку. Де прибуток – це перевищення доходів звітного періоду над витратами звітного періоду. А збиток – перевищення витрат звітного періоду над доходами.

Головною метою розділу є визначення мети проекту, напрямків застосування з групою потенціальних споживачів та вигодою для них, а також визначення з можливістю впливу стейкхолдерів на ініціатора проекту. Крім того, слід визначитися з тим, хто є основними співробітниками та їх заробітною платою та розрахувати кошторис витрат і фінансовий результат.

4.1 Опис ідеї проекту

Для початку необхідно визначитись зі змістом ідеї проекту. Основним напрямком застосування та вигоди для споживачів. Опис можна побачити в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Опис ідеї

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для споживачів (користувачів)
Створення мобільної мережі	Мобільний зв'язок	Низька ціна на ринку зв'язку
	Мережа інтернет	Багатофункціональність Зручність

Наступним етапом є ознайомлення з попередньою характеристикою потенційного ринку, яка викладена в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Попередня характеристика потенційного ринку

№	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Головні конкуренти	Аналоговий зв'язок
		Стаціонарний зв'язок
2	Динаміка ринку (якісна оцінка)	зростає
3	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	–
4	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	–

В таблиці 4.3 здійснено аналіз потенційних клієнтів, їх специфіку та потребу, яку формує для кожної групи цей проект.

Таблиця 4.3 – Попередня характеристика потенційних клієнтів

№ п/п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів (користувачів)
1	Комунікація та взаємодія між державними установами	Посадові та службові особи органів державної влади та органів місцевого самоврядування	–	Ефективність роботи органів державної влади та органів місцевого самоврядування
2	Комунікація та взаємодія між приватними установами	Приватні підприємці	–	Ефективність роботи приватних установ
3	Комунікація між фізичними особами	Громадяни України, іноземці, особи без громадянства	–	Задоволення життєвих потреб громадян

Наступним кроком є проведення SWOT, тобто аналіз середовища реалізації інноваційного проекту, де відображаються порівняння сильних та слабких сторін, а також основні можливості і ймовірні потенційні загрози даного проекту, ознайомитись з аналізом можна в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – SWOT-аналіз

Сильні сторони	Слабкі сторони
– низька ціна; – стабільність; – висока якість; – великі потужності передачі даних	– потенційна конкуренція; – інвестиції; – вартість обладнання
Можливості	Загрози
– мобільність; – передача даних; – видалений доступ	– можливість збоїв; – різний рівень сигналу залежно від рельєфу місцевості

4.2 Визначення витрат на розробку проекту

В цьому підрозділі досліджується категорії працівників, їх склад, чисельність та фонд заробітної плати, а також визначено необхідну кількість матеріалів та матеріальні витрати на проект та всі необхідні послуги для обслуговування здійснення проекту.

Таблиця 4.5 – Склад, чисельність та фонд заробітної плати виробничих працівників

Категорії працівників	Наявна чисельність, осіб		Тарифна ставка за розрядом виконуваних робіт, грн / годину	Ефективний фонд робочого часу, годин	Тарифний заробіток, грн.	Преміальний відсоток до тарифного заробітку	Розмір премії, грн.	Річний фонд заробітної плати, грн.	ЄСВ, грн.
	за зміну	на добу							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Виробничі працівники, в тому числі:									
1. Основні працівники	4	4	37.5	160	6000	16,7	1000	84000	18480
2. Допоміжні працівники	1	1	34.38	160	5500	12,73	700	74400	16368
Разом виробничих працівників	5	5	X	X	X	X	4700	410400	90288

Для розрахунків таблиці 4.5 початку визначено тарифний заробіток кожного співробітника. В залежності від складності роботи, а також її специфіки встановлюється різний тариф.

Проаналізувавши законодавство, маємо цифру – 8 годин на добу та 5 днів на тиждень. Маючи в середньому 4 тижні в місяці отримаємо загальну цифру – 160 годин на місяць.

При реалізації цього проекту достатньо однієї зміни.

Щоб розрахувати тариф оплати за годину використовується формула:

$$TC_{\text{ч}} = 3П_0 / Eф_{\text{ч}}$$

де $TC_{\text{ч}}$ – тарифна ставка за розрядом виконуваних робіт, грн\год;

$3П_0$ – тарифний заробіток, грн.;

$Eф_{\text{ч}}$ – ефективний робочій час, год.

$$TC_{\text{ч}1} = 6000 / 160 = 37.5,$$

$$TC_{\text{ч}2} = 5500 / 160 = 34.38.$$

Премія була встановлена з урахування складності роботи групи співробітників, тож було встановлено стабільний тариф.

Щоб розрахувати преміальний відсоток від тарифної ставки використовується формула:

$$П_{\text{в}} = П_0 * 100 / 3П_0 ,$$

де $П_{\text{в}}$ – преміальний відсоток, грн.;

$3П_0$ – тарифний заробіток, грн.;

$П_0$ – розмір премії, грн .

$$Пв\ 1 = 1000 * 100 / 6000 = 16,7,$$

$$Пв\ 2 = 700 * 100 / 5500 = 12,73.$$

Для розрахунку річного фонду заробітної плати використовується формула:

$$Рф_0 = (ЗП_0 + П_0) * 12,$$

де $Рф_0$ – річний фонд, грн.;

$ЗП_0$ – тарифний заробіток, грн.;

$П_0$ – розмір премії, грн.

$$Рф_1 = (6000 + 1000) * 12 = 84000,$$

$$Рф_2 = (5500 + 700) * 12 = 74400.$$

Єдиний соціальний внесок розраховується за формулою:

$$ЄСВ_{заг} = Рф_0 * k / 100,$$

де $ЄСВ_{заг}$ – єдиний соціальний внесок;

k – 22%;

$Рф_0$ – річний фонд, грн.

$$ЄСВ_1 = 84000 * 0,22 = 18480,$$

$$ЄСВ_2 = 74400 * 0,22 = 16368.$$

До таблиці 4.6 занесені дані про матеріали, що використовуються в

розробці даного проекту та їх приблизна кількість за рік.

Таблиця 4.6 – Розрахунок матеріальних витрат

Матеріальні витрати	Обсяг сировини	Ціна	Сума грн
1	4	5	6
Папір А1	50	100	5000
Папір А2	50	120	6000
Папір А4	500	130	65000
Транспортно-заготівельні витрати	–	–	50000
Усього	600	350	126000

Проведено простий розрахунок суми витраченої на кожний з матеріалів (рис. 4.7).

Таблиця 4.7 – Розрахунок вартості спожитих послуг

Вид послуг	Норматив у розрахунку на один. продук. (послуг)	Обсяг послуг	Тарифи	Сума грн
1	2	4	5	6
Електропостачання	72	360	19.35	6966
Разом	72	360	19.35	6966

Розрахунок у таблиці 4.7 вартості послуг здійснено за загальною формулою:

$$S=k*n,$$

де S – загальна вартість послуги;

k – тариф;

n – обсяг послуг.

Для електропостачання:

$$S_1 = 360 * 19.35 = 6966.$$

До таблиці 4.8 були занесені дані, які розраховані у попередніх таблицях. За допомогою усієї зібраної інформації вираховується загальна вартість витрат за рік реалізації проекту.

Таблиця 4.8 – Кошторис витрат

Калькуляційні статті	Витрати	
	у розрахунку на одиницю продукції, грн.	у розрахунку на весь обсяг продукції, грн.
Сировина та матеріали	350	126000
Електропостачання	6966	83592
Разом	7866	4583592
Заробітна плата основних виробничих працівників		410400
ЄСВ		90288
амортизація		900000
Виробнича собівартість		1400688
Адміністративні витрати		225000
Повна собівартість		6209280

Отримавши розрахунки стосовно витрат, формуємо таблицю 4.9. Першочергово встановимо ціну на товар (яка буде перевищувати собівартість проекту), у цьому випадку встановлено ціну 1600. Обсяг виробництва при розрахунку на два роки реалізації товару становить по 5000 одиниць на кожен рік. Обсяг реалізації за перший рік скоріше за все буде меншим ніж обсяг виробництва на перший рік. За другий рік реалізації товару, скоріше за все він буде покривати залишки і реалізує норму з залишками за минулий рік. Витрати також будемо вважати стабільними на кожен рік. Дохід розраховано відносно обсягу реалізації продукту за рік. Виходячи з доходу і витрат за рік формується фінансовий результат.

Таблиця 4.9 – Розрахунок фінансового результату

№ періоду	Обсяги виробництва (послуг) одн.	Обсяги реалізації одн.	Залишок нереалізованої продукції одн.	Ціна грн.	Дохід грн.	Витрати грн.	Фінансовий результат грн.
2020	5000	4200	800	1600	6720000	6209280	+510072
2021	5000	5800	0	1600	9280000	6209280	+3070720
Разом	10000	10000	0	1600	16000000	12418560	+3580792

Таким чином, проаналізувавши всі вищезазначені дані можна зробити висновок, що послуга є конкурентоспроможною та буде окупатися вже у перший рік реалізації. Більш того, у подальшому є можливість збільшити обсяги надання послуг у сфері зв'язку без збільшення затрат на витрати з власних коштів, а використовувати лише ті кошти, які надійшли від попередньо наданих послуг у сфері зв'язку.

Також слід звернути увагу на те, що діапазон користування послугами у сфері зв'язку є широким і кожен споживач зможе підкорегувати їх для зручності користування.

Усе зазначене дає підстави для висновку, що створення мобільної мережі має високі шанси стати одним із найпопулярніших серед аналогів на ринку зв'язку України.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

За Законом України «Про охорону праці», охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

Для управління охороною праці створюються відповідні служби і призначаються компетентними органами посадові особи, які забезпечують вирішення конкретних питань охорони праці. На підприємстві з кількістю працюючих 50 і більше осіб роботодавець створює службу охорони праці відповідно до типового положення, що затверджується спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади з питань нагляду за охороною праці. На підприємстві з кількістю працюючих менше 50 осіб функції служби охорони праці можуть виконувати в порядку сумісництва особи, які мають відповідну підготовку. На підприємстві з кількістю працюючих менше 20 осіб для виконання функцій служби охорони праці можуть залучатися сторонні спеціалісти на договірних засадах, які мають відповідну підготовку.

За порушення законодавства про охорону праці, невиконання розпоряджень посадових осіб органів державного нагляду за охороною праці юридичні та фізичні особи, які відповідно до законодавства використовують найману працю, притягаються органами державного нагляду за охороною праці до сплати штрафу у порядку, встановленому законом.

5.1 Аналіз потенційних небезпек

Оскільки тема дипломного проекту «Статистичні характеристики псевдошумових послідовностей. Комплексна робота» передбачає роботу у приміщенні обладнаному персональними комп'ютерами з візуальними

дисплейними терміналами, необхідно розглянути заходи щодо забезпечення безпеки, виробничої санітарії, гігієни праці та пожежної безпеки приміщень з персональними комп'ютерами.

При аналізі технологічних процесів та обладнання, що використовується, згідно ГОСТ 12.0.003-74 (1999) «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация», виявляються небезпечні виробничі фактори, які при впливі на працюючих можуть призвести до погіршення умов праці або травматизму. Робоче місце представляє собою набір різноманітної комп'ютерної техніки з візуальними дисплейними терміналами та периферійні пристрої. Небезпека у ході робіт буде присутньою при використанні джерел живлення, підключенні та відключенні приладів за допомогою вилок, розеток, перехідних пристроїв, подовжувачів.

Потенційні небезпеки фізичного характеру:

- ураження електричним струмом через несправність електрообладнання, підвищене значення напруги в електричному ланцюзі або недотримання вимог безпеки при його експлуатації, що може призвести до травми або летального результату;
- ураження статичним струмом, призводить до отримання неприємних відчуттів людиною та до виходу з ладу приладів;
- вплив електромагнітного випромінювання через підвищений рівень електромагнітних випромінювань, що призводить до розладу центральної нервової системи та захворювань серцево-судинної системи.

Потенційні небезпеки психофізіологічного характеру:

- недотримання режиму роботи за ПК розумове перенапруження, перенапруження аналізаторів та емоційні перевантаження, що призводять до підвищення стомлюваності, зниження уваги і, як наслідок, до можливості травмування працівника.

Потенційні небезпеки, пов'язані із порушенням санітарно гігієнічних вимог:

- погіршення самопочуття людини через підвищену чи знижену

температури повітря робочої зони, внаслідок з'являються порушення обмінних процесів в організмі та виникають різні гострі і хронічні простудні захворювання відповідно;

- потрапляння в легені і на слизові оболонки пилу, через підвищену запиленість повітря робочої зони, що провокує появу 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;

- пошкодження органів слуху та роздратування підвищеним рівнем шуму на робочому місці внаслідок чого відбувається зниження гостроти слуху, порушується функціональний стан серцево-судинної та нервової систем.

Потенційні небезпеки, пов'язані з порушенням правил пожежної безпеки:

- ризик для здоров'я та життя персоналу, через недотримання правил протипожежної безпеки, що може призвести до травм, летального результату та матеріальних втрат.

Потенційні небезпеки, пов'язані з проявом наслідків надзвичайних ситуацій:

- отримання травм і матеріальних втрат, через неправильну поведінки персоналу при НС.

5.2 Заходи по забезпеченню техніки безпеки

Під час проектування систем електропостачання, монтажу силового електрообладнання та електричного освітлення будівель та приміщень для ЕОМ необхідно дотримуватись вимог ПВЕ, ПТЕ, ПБЕ, СН 357-77 «Инструкция по проектированию силового осветительного оборудования промышленных предприятий», затверджених Держбудом, ГОСТ 12.1.006, ГОСТ 12.1.030 «ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление,

зануление», ГОСТ 12.1.019 «ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты», ГОСТ 12.1.045, ВСН 59-88 Держкомархітектури «Электрооборудование жилых и общественных зданий. Нормы проектирования», Правил пожежної безпеки в Україні, цих Правил, а також розділів СНіП, що стосуються штучного освітлення та електротехнічних пристроїв, та вимог нормативно-технічної та експлуатаційної документації заводу-виробника ЕОМ.

Для виключення ураження електричним струмом передбачено:

- організаційні заходи: проведення навчання з правил електробезпеки, перевірка знань та атестація персоналу 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, використовується підключення до мережі пристроїв за допомогою справних штепсельних з'єднань і електророзеток заводського виготовлення; проведено електромережу штепсельних розеток для живлення пристроїв уздовж стін приміщення, по підлозі поряд за стінами приміщення, в металевих трубах і гнучких металевих рукавах з відводами відповідно до затвердженого плану розміщення обладнання та технічних характеристик обладнання; відповідність усіх пристроїв вимогам чинних в Україні стандартів нормативних актів з охорони праці, а також пристрої закордонного виробництва додатково відповідають вимогам національних стандартів держав – виробників і мають відповідну позначку на корпусі, в паспорті або іншій експлуатаційній документації; використання захисного заземлення та занулення згідно «Правил устрою електроустановок» («ПУЕ»).

Для виключення ураження статичним струмом та впливу електромагнітного поля застосовуються:

- організаційні заходи: проведення навчання з правил електробезпеки, перевірка знань та атестація персоналу 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 стендового 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.

Загальні заходи з техніки безпеки:

– перед початком роботи перевірка справності усіх приладів на робочому місці, очищення екрана відео терміналу від пилу та інших забруднень;

– після закінчення роботи відключення від електричної мережі усіх приладів, а також у разі виникнення аварійної ситуації негайне відключення усіх приладів від електричної мережі;

– дотримання режиму роботи з ПК та іншими приладами.

5.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

Виробнича санітарія – система організаційних заходів і технічних засобів, що запобігають або зменшують дію шкідливих виробничих факторів на працюючих.

До шкідливих виробничих факторів відносяться:

– підвищена або знижена температура, вологість і рухливість повітря;

– підвищена запиленість і загазованість повітря;

– відсутність чи недолік природного світла; недостатня освітленість робочої зони; знижена контрастність об'єктів порівняно з фоном; прямі відблиски (прожекторне освітлення територій виробництв, світло фар автотранспорту) і відображені відблиски (від пролитої води та інших рідин на поверхні територій виробництв);

– підвищена пульсація світлового потоку;
 – підвищений рівень шуму, вібрації, ультра- та інфразвуку; підвищена напруга в електричному ланцюзі, замикання якої може відбутися через тіло людини; підвищений рівень статичної електрики.

Приміщення з ВДТ та ПЕОМ повинні бути обладнані системами опалення, кондиціонування повітря або припливно-витяжною вентиляцією відповідно до СНіП 2.04.05-91 «Опалення, вентиляція і кондиціонування».

Параметри мікроклімату, іонного складу повітря, вміст шкідливих речовин на робочих місцях, оснащених відео терміналами, відповідають вимогам пункту 2.4 СН 4088-86 «Санитарные нормы микроклимата производственных помещений», ГОСТ 12.1.005-88 «ССБТ Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны», СН 2152-80 «Санитарно-гигиенические нормы допустимых уровней ионизации воздуха производственных и общественных помещений» (табл.5.1 і табл.5.2).

Таблиця 5.1 – Норми мікроклімату у приміщенні

Пора року	Категорія робіт згідно ГОСТ 12.1-005-88	Температура повітря, град.С,	Відносна вологість повітря, %	Шкідливість руху повітря, м/с
		Оптимальна	Оптимальна	Оптимальна
Холодна	легка -1 а	22 – 24	40 – 60	0,1
	легка -1 б	21 – 23	40 – 60	0,1
Тепла	легка -1 а	23 – 25	40 – 60	0,1
	легка -1 б	22 – 24	40 – 60	0,2

Таблиця 5.2 – Рівні іонізації повітря приміщень

Рівні	Кількість іонів в 1 см куб. повітря	
	+	-
	п	п
Мінімально необхідні	400	600
Оптимальні	1500 – 3000	3000 – 5000
Максимально допустимі	50000	50000

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 робочих приміщень. 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 порошати 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 робочих приміщень. Це досягається, головним чином, шляхом організації безперервного технологічного процесу в повністю герметичній або, принаймні, максимально закритій апаратурі і комунікаціях.

Організація робочого місця користувача відео терміналу та ЕОМ повинна забезпечувати відповідність усіх елементів робочого місця та їх розташування ергономічним вимогам ГОСТ 12.2.032 «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования», характеру та особливостям трудової діяльності.

Площа, виділена для одного робочого місця з відео терміналом або персональною ЕОМ, повинна складати не менше 6 м², а обсяг – не менше 20 м³. Робочі місця з відео терміналами відносно світлових прорізів повинні розміщуватися так, щоб природне світло падало збоку, переважно зліва.

При розміщенні робочих місць з відео терміналами та персональними ЕОМ необхідно дотримуватись таких вимог:

- робочі місця з відео терміналами та персональними ЕОМ

розміщуються на відстані не менше 1 м від стін зі світловими прорізами;

- відстань між бічними поверхнями відео терміналів має бути не меншою за 1,2 м;
- відстань між тильною поверхнею одного відео терміналу та екраном іншого не повинна бути меншою 2,5 м;
- прохід між рядами робочих місць має бути не меншим 1 м.

Конструкція робочого місця користувача відео терміналу (при роботі сидячи) має забезпечувати підтримання оптимальної робочої пози з такими ергономічними характеристиками: ступні ніг – на підлозі або на підставці для ніг; стегна – в горизонтальній площині; передпліччя – вертикально; лікті – під кутом $70-90^{\circ}$ до вертикальної площини; зап'ястя зігнуті під кутом не більше 20° відносно горизонтальної площини, нахил голови $-15-20^{\circ}$ відносно вертикальної площини.

Висота робочої поверхні столу для відео терміналу має бути в межах 680-800 мм, а ширина – забезпечувати можливість виконання операцій в зоні досяжності моторного поля. Рекомендовані розміри столу: висота – 725 мм, ширина – 600-1400 мм, глибина – 800-1000 мм.

Для зниження статичного напруження м'язів рук необхідно застосовувати стаціонарні або знімні підлокітники довжиною не менше 250 мм, шириною – 50-70 мм, що регулюються по висоті над сидінням у межах 230 ± 30 мм та по відстані між підлокітниками в межах 350-500 мм.

Екран відео терміналу та клавіатура мають розташовуватися на оптимальній відстані від очей користувача, але не ближче 600 мм, з урахуванням розміру алфавітно-цифрових знаків та символів. Відстань від екрана до ока працівника повинна складати:

- при розмірі екрану по діагоналі 35/38 см (14" /15") – 600-700 мм;
- при розмірі екрану по діагоналі 43 см (17") – 700-800 мм;
- при розмірі екрану по діагоналі 48 см (19") – 800-900 мм;
- при розмірі екрану по діагоналі 53 см (21") – 900-1000 мм.

Клавіатуру слід розміщувати на поверхні столу або на спеціальній,

регульованій за висотою, робочій поверхні окремо від столу на відстані 100-300 мм від краю, ближчого до працівника. Кут нахилу клавіатури має бути в межах 5-15'.

Розміщення принтера або іншого пристрою введення-виведення інформації на робочому місці має забезпечувати добру видимість екрану відео термінала, зручність ручного керування пристроєм введення-виведення інформації в зоні досяжності моторного поля: по висоті 900-1300 мм, по глибині 400-500 мм.

При потребі високої концентрації уваги під час виконання робіт з високим рівнем напруженості суміжні робочі місця з відео терміналами та персональними ЕОМ необхідно відділяти одне від одного перегородками висотою 1,5-2 м.

Приміщення з ЕОМ повинні мати природне і штучне освітлення відповідно до ДБН В.2.5-28-2006 «Природне та штучне освітлення». Природне світло повинно проникати через бічні світло прорізи, зорієнтовані, як правило, на північ чи північний схід, і забезпечувати коефіцієнт природної освітленості (КПО) не нижче 1,5%. Розрахунки КПО проводяться відповідно до ДБН В.2.5-28-2006. Вікна приміщень з відео терміналами повинні мати регульовальні пристрої для відкривання, а також жалюзі, штори, зовнішні козирки тощо.

Штучне освітлення приміщення з робочими місцями, обладнаними відео терміналами ЕОМ загального та персонального користування, має бути обладнане системою загального рівномірного освітлення. У виробничих та адміністративно-громадських приміщеннях, де переважають роботи з документами, допускається вживати систему комбінованого освітлення (додатково до загального освітлення встановлюються світильники місцевого освітлення). Відношення яскравості екрану комп'ютера до яскравості оточуючих його поверхонь не повинно перевищувати у робочій зоні 3:1.

При розташуванні відео терміналів ЕОМ за периметром приміщення лінії світильників штучного освітлення повинні розміщуватися локально над

робочими місцями.

Для забезпечення нормованих значень освітлення в приміщеннях з відео терміналами ЕОМ загального та персонального користування необхідно очищати віконне скло та світильники не рідше ніж 2 рази на рік, та своєчасно, проводити заміну ламп, що перегоріли.

Таблиця 5.3 – Норми освітленості в кабінетах і класах з ПК

Характеристика роботи	Робоча поверхня	Площина	Освітленість, лк	Примітка
Робота переважно з екранами дисплеїв ПК (50% та більше робочого часу)	Екран	В	200	не вище
	Клавіатура	Г	400	не нижче
	Стіл	Г	400	не нижче
Робота переважно з документами (з екранами дисплеїв ПК менше 50% робочого часу)	Екран	В	200	не вище
	Клавіатура	Г	400	не нижче
	Стіл	Г	500	не нижче
	Дошка	В	500	не нижче
Проходи основні	Підлога	Г	100	

Примітка. В – вертикальна площина, Г – горизонтальна площина. Загальне освітлення має бути виконане у вигляді суцільних або переривчатих ліній світильників, що розміщуються збоку від робочих місць (переважно зліва) паралельно лінії зору працівників. Допускається застосовувати світильники таких класів світлорозподілу:

- світильники прямого світла – П;
- переважно прямого світла – Н;
- переважно відбитого світла – В.

Приведемо розрахунок штучного освітлення для приміщення, розміри якого: довжина 5 м, ширина 3 м, висота 3 м.

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:

$$\Phi = \frac{E \cdot S \cdot k \cdot z}{N \cdot \eta}, \quad (5.1)$$

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

E – нормативна мінімальна освітленість, лк;

k – коефіцієнт запасу;

S – освітлювана площа, м^2 ;

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: $E = 400$ лк; $k = 1,5$; $z = 1,1$.

Освітлювана площа приміщення визначається по формулі:

$$S = A \cdot B, \quad (5.2)$$

де S – освітлювана площа;

A – довжина приміщення, м;

B – ширина приміщення, м.

Отримуємо $S = 5 \cdot 3 = 15 \text{ м}^2$.

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:

$$\lambda = \frac{L}{h}, \quad (5.3)$$

де L – відстань між рядами або сусідніми світильниками у ряду, м;

h – висота підвісу світильника над робочою поверхнею, м.

Для люмінесцентних ламп при косинусоїдальному типові кривої вибираємо $\lambda = 1,04$.

Знаходимо розрахункову висоту підвісу по наступній формулі:

$$h = H - h_{\%} - h_p, \quad (5.4)$$

де H – висота приміщення, м;

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

h_p – висота робочої поверхні над підлогою, м.

Приймаємо: $H = 3,9$ м, $h_{\%} = 0,7$ м, $h_p = 0,8$ м.

Тоді $h = 3,9 - 0,7 - 0,8 = 2,4$ м.

Відстань між світильниками визначаємо з формули (5.5):

$$L = \lambda \cdot h, \quad (5.5)$$

$$L = 2,4 \cdot 1,04 = 2,5 \text{ м.}$$

Визначаємо кількість світильників для установки в приміщенні:

$$N = \frac{S}{L^2}, \quad (5.6)$$

$$N = \frac{15}{2,5^2} = 2,4 \approx 3, \text{ шт.}$$

Для визначення коефіцієнта використання η знаходимо індекс приміщення i :

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)}, \quad (5.7)$$

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

h – розрахункова висота підвісу, м.

Отримуємо:

$$i = \frac{5 \cdot 3}{2,4 \cdot (5 + 3)} = 0,78.$$

Отримане значення i округляємо до найближчого табличного значення і приймаємо $i = 0,78$.

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 $\eta=73\%$. По формулі (5.1) визначаємо необхідний світловий потік ламп у кожному світильнику:

$$\Phi = \frac{400 \cdot 15 \cdot 1.5 \cdot 1.1}{3 \cdot 0.73} = 4520,55 \text{ лм}.$$

З довідкової літератури вибираємо необхідну лампу. Тип обраної лампи – ЛБ-30, $\Phi_{\text{л}}=2180$ лм. У приміщенні встановлюємо 3 світильники по 2 лампи у кожному, розміщені вони в один ряд.

Шум у певних умовах може мати значний вплив на здоров'я та поведінку людини. Шум може викликати роздратування і агресію,

артеріальну гіпертензію (підвищення артеріального тиску), тиннитус (шум у вухах), втрату слуху.

Рівні звукового тиску в октавних смугах частот 250-4000 Гц не повинні перевищувати значень, встановлених Санітарними нормами допустимих рівнів шуму на робочих місцях № 3223-85 «Санітарні норми допустимих рівнів шуму на робочих місцях» і ГОСТ 12.1.003-88 «Шум. Загальні вимоги безпеки».

Зниження шуму і вібрації, що впливають на людину, здійснюється наступними заходами:

- застосуванням звукоізолюючих пристроїв, для ізоляції шумних агрегатів;
- вибором раціонального режиму праці і відпочинку, скороченням часу перебування в галасливих умовах.

Рівні ультрафіолетового випромінювання не повинні перевищувати допустимих відповідно до СН № 4557-88 «Санітарні норми ультрафіолетового випромінювання у виробничих приміщеннях», затверджених Міністерством охорони здоров'я та ДСанПІН 3.3.2-007-98.

Гранично допустима напруженість електростатичного поля на робочих місцях не повинна перевищувати рівнів, наведених в ГОСТ 12.1.045 «ССБТ. Електромагнітні поля. Допустимі рівні на робочих місцях і вимоги до проведення контролю», СН № 1757-77 «Санітарно-гігієнічні норми допустимої напруги електростатичного поля» та ДСанПІН 3.3.2-007-98.

Потужність експозиційної дози рентгенівського випромінювання на відстані 0,05 м від екрана та корпусу відео термінала при будь-яких положеннях регулювальних пристроїв відповідно до Норм радіаційної безпеки України (НРБУ-97), затверджених постановою державного санітарного лікаря Міністерства охорони здоров'я України від 18.08.97 № 58, не повинна перевищувати $7,74 \times 10^{-12}$ А/кГ, що відповідає еквівалентній дозі 0,1 мбер/год. (100 мкР/год.).

5.4 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.

Відповідно до Закону України «Про пожежну безпеку» пожежна безпека повинна забезпечуватися шляхом проведення організаційних, технічних та інших заходів, спрямованих на попередження пожеж, забезпечення безпеки людей, зниження можливих майнових втрат і зменшення негативних екологічних наслідків у разі їх виникнення, створення умов для швидкого виклику пожежних підрозділів та успішного гасіння пожеж.

Система активного пожежного захисту – це комплекс організаційних заходів і технічних засобів по боротьбі з пожежами і запобіганню дії на людей небезпечних чинників пожежі, а також обмеження матеріальних збитків від неї.

Основний напрямок діяльності пожежної охорони полягає у профілактиці пожеж і в обмеженні їх розмірів. Пожежі або вибухи на підприємствах завдають великих матеріальних збитків і майже завжди супроводжуються нещасними випадками з людьми (опіки, поранення) тощо.

Контроль за дотриманням затверджених відповідно до діючого законодавства норм і правил пожежної безпеки на об'єктах народного господарства здійснюють органи Державного пожежного нагляду (ДНП) управління пожежної охорони Міністерства надзвичайних ситуацій України.

Відповідальність за прийняття протипожежних заходів в організаціях покладається персонально на їх керівників без права передовіряти цю відповідальність іншим, підлеглим їм особам, вони здійснюють загальне керівництво роботою в галузі пожежної безпеки підприємств і організацій.

На підприємстві встановлюються первинні засоби пожежогасіння

відповідно до вимог Правил пожежної безпеки України. У приміщеннях з комп'ютерами рекомендується використовувати системи автоматичної пожежної сигналізації для виявлення пожежі та оповіщення працівників. Для приміщення, по якому проводиться розрахунок, потрібно влаштування місць утримання засобів пожежогасіння вогнегасників порошкових типу ОПУ-5 з вільним доступом у випадку необхідності їх використання.

Приміщення, згідно НАПБ Б.03.002-2007 «Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою» відноситься до категорії «Д», а клас можливої пожежі, згідно ДБН В.1.1.7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва», визначається, як «Е» (у зв'язку з тим що у приміщенні багато комп'ютерів).

Для даного класу пожежі підходять декілька типів вогнегасників, такі як: порошкові, хладонові та вуглекислі вогнегасники. Використовуючи ці дані згідно з НАПБ Б.03.001-2004 «Типові норми належності вогнегасників» та так як площа приміщення складає 15 м² достатньо одного порошкового вогнегасника об'ємом 5 літрів, ВВ5.

5.5 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях

Для захисту життя та здоров'я в НС слід застосовувати наступні основні заходи цивільної оборони:

- укриття людей в пристосованих під потреби захисту населення приміщеннях виробничих, громадських і житлових будівель, а також у спеціальних захисних спорудах;
- евакуацію населення із зон НС;
- використання засобів індивідуального захисту органів дихання та шкірних покривів;
- проведення заходів медичного захисту;
- проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт у зонах НС.

Укриття населення в пристосованих приміщеннях і в спеціальних захисних спорудах слід проводити за місцем постійного тимчасового перебування людей безпосередньо під час дії вражаючих чинників джерел НС, а також при загрозі їх виникнення.

Евакуація населення із зон НС. Евакуацію слід проводити у разі загрози виникнення або появи реальної небезпеки формування в цих зонах під впливом руйнівних і шкідливих сил природи, техногенних факторів та застосування сучасної зброї, критичних умов для безпечного перебування людей, а також при неможливості задовольнити стосовно жителів постраждалих територій мінімально необхідні вимоги і нормативи життєзабезпечення.

Евакуацію слід здійснювати шляхом організованого виведення та вивезення населення в довколишні безпечні місця, заздалегідь підготовлені за планами економічного і соціального розвитку відповідних регіонів, міст і населених пунктів та обладнані відповідно до вимог і нормативів тимчасового розміщення, забезпечення життя і побуту людей.

Використання засобів індивідуального захисту органів дихання та шкірних покривів. Засоби індивідуального захисту органів дихання і шкіри (ЗІЗ) в системі захисних заходів у зонах НС повинні запобігати наднормативні впливу на людей небезпечних і шкідливих аерозолів, газів і парів, що попали в навколишнє середовище при руйнуванні обладнання і комунікацій відповідних об'єктів, а також знижувати небажані ефекти дії на людину світлового, теплового та іонізуючого випромінювання.

В якості засобів індивідуального захисту органів дихання слід використовувати загальновійськові, цивільні і промислові протигази, що випускаються промисловістю, респіратори, простіші та підручні засоби.

В якості засобів індивідуального захисту шкіри слід використовувати загальновійськові захисні комплекти, різні захисні костюми промислового виробництва і простіші засоби захисту шкіри.

ЗІЗ, що випускаються промисловістю повинні бути направлено переважно для забезпечення особового складу формувань, що готуються для проведення рятувальних та інших невідкладних робіт в осередках ураження. Інше населення повинно використовувати простіші та підручні засоби.

Проведення заходів медичного захисту. Заходи медичного захисту населення при НС слід проводити з метою запобігання або зниження тяжкості уражень, шкоди для життя і здоров'я людей під впливом небезпечних і шкідливих факторів стихійного лиха, аварій і катастроф, а також для забезпечення епідемічного благополуччя в районах НС та у місцях дислокації евакуйованих. Дані цілі повинні досягатися застосуванням профілактичних медичних препаратів, антидотів, протекторів, стимуляторів резистентності, своєчасним наданням кваліфікованої медичної допомоги ураженим і їх спеціалізованим стаціонарним лікуванням до визначеного результату, імунопрофілактикою серед категорій осіб підвищеного ризику інфікування та проведенням інших протиепідемічних заходів.

Заходи медичного захисту в природних і техногенних НС слід планувати і здійснювати з використанням наявних сил і засобів міністерств і відомств, безпосередньо вирішують завдання захисту життя і здоров'я людей, а також спеціалізованих функціональних підсистем: екстреної медичної допомоги, санітарно-епідеміологічного нагляду, захисту та життєзабезпечення населення в НС, екологічної безпеки та інших, з їх нарощуванням шляхом створення і розгортання необхідної кількості медичних формувань і установ.

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 прийомам 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 населенню, готувати до розгортання додаткову кінцеву мережу, 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 захисту.

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 інші) 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

а) серед досліджених кодових послідовностей не знайдено збалансованих, окрім трьох кодів Баркера;

б) статистичні властивості квазібаркерівських кодових послідовностей і послідовностей для узгодженої вагової обробки – однакові.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Ипатов В.П. Широкополосные системы и кодовое разделение сигналов. Принципы и приложения [Текст] / В.П. Ипатова. – М.: Техносфера, 2007. – 488 с.
2. Гантмахер В.Е. Шумоподобные сигналы. Анализ, синтез, обработка [Текст] / В.Е. Гантмахер, Н.Е. Быстров, Д.В. Чеботарев. – СПб.: Наука и техника, 2005. – 400 с.
3. Варакин Л.Е. Теория систем сигналов [Текст] / Л.Е. Варакин. – М.: Советское радио, 1978. – 304 с.
4. Калмыков В.В. Шумоподобные сигналы для систем с кодовым разделением каналов / В.В. Калмыков, С.С. Юдачев // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Приборостроение. – 2005. – Спец. вып. – С. 161-167.
5. Barker R.H. Ground synchronizing of binary digital system / R.H. Barker // Communication theory. – 1953. – Vol. 7. – № 2. – P.273-287.
6. Поляк Ю.В. О существовании кодов Баркера / Ю.В. Поляк, Р.В. Мошетов // Научные труды радиотехнического института АН СССР. – 1959. – Т.1. – Вып. 1. – С. 124.
7. Иванова И.М. О существовании кодов Баркера [Текст] / И.М. Иванова, Ю.Л. Катков, Т.С. Ямпольская // Известия ВУЗов. Радиофизика. – 1960. – Т.3. – № 5. – С. 911.
8. Turyn R. Sequences with small correlation. Error correcting codes R. Turyn [Text] / R. Turyn. – New York: John Wiley and Sones, 1968. – 240 p.
9. Lindner J. Binary sequences up to length 40 with best possible autocorrelation function / J. Lindner // Electronics Letters, 16 October, 1975. – V.11. – №21. – 507 p.
10. Cohen M.N. Biphase codes with minimum peak side lobes / M.N. Cohen, J.M. Baden, P.E. Cohen // Proceedings of the IEEE National Radar Conference. – 1989. – P. 62-66.
11. Cohen M.N. Minimum peak sidelobes pulse compression codes /

M.N. Cohen, M.R. Fox, J.M. Fox // Proceedings of the IEEE International Radar Conference. – Arlington, VA, May 1990. – P. 633-638.

12. Elders-Boll H. A comparative study of optimization methods for the synthesis of binary sequences with good correlation properties / H. Elders-Boll, H. Schotten, A. Busboom // In 5th IEEE Symposium on Communication and Vehicular Technology in the Benelux IEEE, 1997. – P. 24-31.

13. Coxson G.E. New results on minimum-PSL binary codes / G.E. Coxson, A. Hirschel, M.N. Cohen // Proceedings of the 2001 IEEE Radar Conference – Atlanta, GA, May 2001. – P. 153-156.

14. Coxson G.E. Efficient exhaustive search for optimal-peak-sidelobe binary codes / G.E. Coxson, J. Russo // IEEE Trans. Aerospace and Electron. Systems, 2005. – V.41. – P. 302-308.

15. Nunn C.J. Best-Known Autocorrelation Peak Side Levels for Binary Codes of Length 71 to 105 / C.J. Nunn, G.E. Coxson // IEEE Trans. On Aerospace and Electronic Systems, 2008. – V.44. – № 1. – P. 392-395.

16. Golomb S.W. Generalized Barker sequences / S.W. Golomb, R.A. Scholtz // IEEE Transactions on Information Theory. – 1965. – Vol. IT-11, № 4. – P. 533-537.

17. Быстров Н.Е. Синтез многофазных импульсных сигналов методом нелинейной оптимизации / Н.Е. Быстров, И.Н. Жукова, Д.В. Чеботарев // Известия вузов России. Радиоэлектроника. – 2006. – Вып. 6. – С.19-23.

18. Френк Р. Многофазные коды с хорошими непериодическими корреляционными свойствами // Зарубежная радиоэлектроника. – 1963. – № 12. – С. 39-44.

19. Леухин А.Н. Импульсные фазокодированные последовательности с единичным уровнем боковых лепестков // Известия ВУЗов России. Радиоэлектроника. – 2006. – Вып.6. – С. 13-18.

20. Шувалов А.С. Импульсные фазокодированные последовательности с единичным уровнем боковых лепестков / А.С.

Шувалов, А.Н. Леухин, Д.В. Гайворонский // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия «Радиотехнические и инфокоммуникационные системы». – 2012. – № 2. – С. 19-23.