

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Сумський державний університет**  
Факультет електроніки та інформаційних технологій  
Кафедра електроніки і комп'ютерної техніки

«До захисту допущено»  
Завідувач кафедри ЕКТ

\_\_\_\_\_ Анатолій Опанасюк  
(підпис) (Ім'я та Прізвище)

\_\_\_\_\_ 2023 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**на здобуття освітнього ступеня «магістр»**  
зі спеціальності 171 «Електроніка»  
освітньо-професійної програми «Електронні системи та компоненти»  
на тему:  
**Адаптивна система передачі інформації на основі кодів Бауера**

Здобувача групи ЕС.м-21 \_\_\_\_\_ Дашенка Владислав Юрійовича

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.  
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

\_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_  
(Ім'я та Прізвище)

Консультант з техніко-економічної частини,  
доцент к.е.н., доцент Олександр Маценко

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Керівник кваліфікаційної роботи, зав. кафедри,  
доктор фіз-мат наук, професор Анатолій Опанасюк

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Сумський державний університет

**Факультет** електроніки та інформаційних технологій

**Кафедра** електроніки і комп'ютерної техніки

**Напрямок підготовки** 171 «Електроніка»

**Спеціальність** Електронні системи та компоненти

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри ЕКТ

Опанасюк А. С.

«\_\_\_»\_\_\_\_\_2023 р.

### **Завдання**

#### **на кваліфікаційну роботу магістра**

Дашенка Владислава Юрійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

**1. Тема проекту:** «Адаптивна система передачі інформації на основі кодів Бауера»

затверджено наказом університету від «06» листопада 2023 р. № 1731-III

**2. Термін здачі студентом закінченого проекту** 14 грудня 2023 р.

**3. Вихідні дані до проекту:** розроблений пристрій працюватиме з семирозрядними кодовими комбінаціями; кодування проведено з використанням коду Бауера; для реалізації головних схемотехнічних рішень використовуватимуться мікросхеми серії ATTinyX та 74НСXXX.

**4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які підлягають розробці)**

Огляд літератури по тематичі проекту. Розробка схем функціонування пристрою (схема алгоритм, структурна схема, електрична схема функціональна, електрична схема принципова.

**5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)** схема алгоритму пристрою кодування; схема передавача; схема приймача; алгоритму декодера; схема електрична структурна пристрою кодування; схема електрична функціональна пристрою кодування; схема електрична принципова пристрою кодування.

## 6. Консультант з кваліфікаційної роботи

Розділи	Консультанти	Завдання видав	Завдання прийняв
Техніко-економічна частина	Маценко О.М.		

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

8. Керівник роботи \_\_\_\_\_

9. Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Найменування етапів дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1.	Огляд літератури по тематиці та постановка завдання проектування	15.11.23	
2.	Науково-дослідна частина	18.11.23	
3.	Розробка схеми алгоритму функціонування та структурної схеми електронної системи	22.11.23	
4.	Розробка функціональної схеми	29.11.23	
5.	Розробка принципової схеми	01.12.23	
6.	Техніко-економічна частина	06.12.23	
7.	Оформлення графічної частини	17.12.23	
8.	Оформлення пояснювальної записки	13.12.23	
9.	Рецензування роботи та підготовка до захисту	14.12.23	

Студент \_\_\_\_\_

Керівник проекту \_\_\_\_\_

«    » \_\_\_\_\_ 2023 р.

## РЕФЕРАТ

Робота містить 63 сторінки, 9 рисунків, 10 таблиць, схему алгоритму, структурну схему, електричну принципову схему.

У дипломному проекті зроблено вибір тематики та пристрою для подальшого проектування, описана актуальність проектування, викладена загальна інформація про системи передачі даних, розглянуті різновиди перезапиту, розроблені, синтезовані та розраховані основні блоки комбінаційних схем пристрою. Розроблений пристрій - пристрій формування повідомлень змінної довжини на основі коду Бауера Зроблено розрахунок основних параметрів: швидкодія, споживана потужність. Спроектвана принципова схема. Зроблено висновки щодо спроектованого пристрою.

Ключові слова: адаптивна система, завадостійкий код, змінна довжина, кодування, логіка, передача інформації.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ .....	10
1.1 Теорія інформації .....	10
1.2 Етапи обігу інформації .....	11
1.3 Загальна структура СПІ .....	12
1.4 СПІ зі зворотним зв'язком.....	13
1.5 Види перезапитів.....	16
1.6 Завадостійке кодування .....	17
1.7 Адаптація.....	19
НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА.....	21
2 РОЗРОБКА СХЕМ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПРИСТРОЮ ТА ЙОГО ПРОЕКТУВАННЯ.....	26
2.1 Розробка схеми-алгоритму .....	26
2.2 Алгоритм роботи декодера.....	29
2.3 Розробка структурної схеми пристрою .....	30
2.4 Розробка схеми електричної функціональної проектованого пристрою.....	33
2.5 Проектування і розрахунок принципових електричних схемфункціональних блоків пристрою .....	34
2.5.1 Вибір елементної бази .....	34
2.5.2 Проектування генератору.....	35
2.5.3 Проектування блоку кодування.....	36
2.5.4 Проектування блоку зберігання.....	37
2.5.5 Проектування блоку формування фазувальної комбінації .....	38
2.5.6 Проектування блоку керування .....	39
3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	43
3.1 Оцінка ефективності в інформаційних системах.....	43
3.2 Розрахунок собівартості пристрою, що проектується.....	45
3.3 Визначення ціни пристрою та витрат на корисування.....	50

					ЕЛІТ 8.171.00.10.449 ПЗ					
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Адаптивна система передачі інформації на основі кодів Бауера. Пояснювальна записка			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Дашенко В.Ю.</i>						3	63	
<i>Перевір.</i>		<i>Опанасюк А.С.</i>						СумДУ, ЕС.м-21		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Гапич В. М.</i>								
<i>Затвердж.</i>		<i>Опанасюк А.С.</i>								

3.3.1	Визначення ціни пристрою .....	50
3.3.2	Визначення річних витрат користувача.....	51
3.3.3	Оцінка конкурентоспроможності проектованого пристрою .....	53
3.4	Конкурентноспроможність сучасних компаній, які спеціалізуються на електронній техніці .....	55
3.4.1	Поняття і види конкурентоспроможності.....	55
3.4.2	Умови та параметри, що забезпечують конкурентоспроможність.....	58
3.4.3	Показники та оцінка конкурентних можливостей підприємства .....	59
ВИСНОВКИ .....		63
СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ .....		64

					ЕЛІТ 8.171.00.10.449 ПЗ	Арк.
						4
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВСТУП

Комунікаційні системи використовуються для передачі повідомлень між користувачами за допомогою сигналів. Повідомлення поділяються на два основних типи: безперервні, які мають багато значень в одиницю часу, і дискретні, що складаються з обмеженої кількості символів.

Інформація не лише передає відомості про конкретні об'єкти та процеси, але й представляє обмін цією інформацією між людьми, машинами та комбінаціями людей і машин. Зазвичай інформація не вказує безпосередньо на самі процеси та об'єкти чи їхні загальні властивості. Замість цього вона виражає реальні характеристики об'єктів та процесів у вигляді чисел, формул, описів, символів, зображень, малюнків та інших форм представлення абстрактних характеристик.

Повідомлення представляють собою передачу інформації або знань, що мають значущість і користь для одержувача. Люди постійно залучені до діяльності, пов'язаної з обміном інформацією. Вони взаємодіють між собою, надсилають різноманітні повідомлення, такі як прохання, накази, звіти про роботу, і також створюють та розповсюджують книги, наукові статті та рекламу.

Передача інформації може відбуватися під час читання книги, перегляду телевізійних програм, або здійснення телефонних дзвінків. Ці різні форми комунікації використовуються для того, щоб ефективно обмінюватися інформацією та взаємодіяти в різних сферах життя.

Сьогодні неможливо уявити наше життя без розгалуженої системи передачі інформації. Основна мета інформаційних систем - це передача, перетворення та накопичення інформації. У цьому контексті виникають ключові питання про можливість передачі, накопичення та перетворення максимальної кількості інформації за одиницю часу, а також припустимі спотворення і втрати.

Ці аспекти набувають важливості при проектуванні та експлуатації інформаційних систем. Оптимізація передачі інформації вимагає розробки ефективних методів та технологій, які забезпечують максимальний обсяг передаваної інформації за короткий період часу, а також мінімізують спотворення та втрати.

					ЕЛІТ 8.171.00.10.449 ПЗ	Арк.
						5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Усі ці аспекти визначають успішну роботу сучасних інформаційних систем.

Цифрові технології стали основним засобом передачі різних видів повідомлень у сучасному світі. Цей перехід відбувся через ряд переваг, які цифрові пристрої мають перед аналоговими. Зокрема, висока надійність, стабільні параметри під впливом перешкод, велика точність обробки інформації, можливість створення високоінтегральних мікросхем, компактна структура, проста схема, малий струм споживання та висока швидкодія.

Перехід до цифрових технологій дозволив поліпшити якість інформаційних систем, зробивши їх більш ефективними та функціональними. Це також відкрило нові можливості у сферах зв'язку, обробки сигналів і зберігання даних. Розвиток цифрових технологій продовжує визначати та трансформувати способи, якими ми обмінюємося та обробляємо інформацію в сучасному світі.

Але є деякі недоліки, серед яких можна виділити:

- параметри схем можуть значно змінюватися при коливаннях температури, що може призвести до зниження надійності та стабільності роботи;
- підвищений рівень радіації може призвести до помилок в роботі цифрових систем, що робить їх менш ефективними в умовах підвищеної радіаційної активності.

Процес розробки функціональних схем для цифрових пристроїв складається з двох ключових фаз. На першому етапі, який відомий як структурне проектування, неформальний алгоритм повинен бути представлений у вигляді послідовності операторів. Ця послідовність може включати отримання результатів, перетворення послідовностей кодування, передачу інформації та інші операції.

На цьому етапі розробники прагнуть використовувати обмежений, але загальноприйнятий набір операторів. Вони намагаються виразити алгоритм за допомогою цих операторів, що часто дозволяє досягти простоти та лаконічності в описі. Структура алгоритму стає зрозумілою та легкочитаною, що сприяє зрозумінню його роботи.

					ЕЛІТ 8.171.00.10.449 ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



На основі структури алгоритму формуються технічні вимоги до рішень, які будуть реалізовані окремими операторами. Готові блоки, які враховують технічні вимоги, можуть бути використані як функціональні вузли схеми та реалізовані схематично.

Процес синтезу цифрових пристроїв спочатку виконується за допомогою логічної алгебри, із чого виникає функціональна модель. З отриманої функції створюється еквівалентна схема. Однак, не дивлячись на цей підхід, самосинтезовані схеми часто відстають від промислових (інтегральних) схем. Це пов'язано з кількома проблемами, такими як більша затримка ланцюга, значно більший розмір і підвищене енергоспоживання.

Навіть із використанням логічної алгебри, розробка цифрових пристроїв залишається складним завданням. Професійні розробники повинні володіти навичками вибору оптимального варіанту для конкретного завдання, працювати з повним використанням логічної алгебри і розуміти та ефективно застосовувати цифрові елементи.

Знання найпростіших і типових послідовностей дій для вирішення базових завдань в цифровому проектуванні є ключовим елементом успішної розробки. Оптимізація шляху від функціональної моделі до схематичної реалізації дозволяє покращити продуктивність та якість цифрових пристроїв.

					ЕЛІТ 8.171.00.10.449 ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

## 1.1 Теорія інформації

Теорія інформації — це розділ кібернетики, що використовує математичні методи для вивчення того, як вимірювати обсяг інформації, як закодувати її для економічного представлення повідомлень та як ефективно передавати каналами зв'язку.

Відповідно до теорії Клода Шеннона, інженера-електрика та математика, інформація може бути визначена як вилучення невизначеності. Іншими словами, це дані, призначені для усунення невизначеності у свідомості споживача перед їхнім отриманням, та для розширення його уявлень про об'єкт завдяки корисній інформації[7].

Повідомлення - це дані, отримані від джерела інформації (Ш).

Інформаційний шум - це повідомлення (дані), яке не збільшує і не зменшує невизначеність, що існувала до його отримання.

Однією з основних цілей теорії інформації є максимізація потенційної пропускну здатності каналу зв'язку, опираючись на оптимальне кодування джерела повідомлень та подальше стійке кодування. Це взаємодіє з завданням теорії кодування, яке ставить перед собою завдання розробки ефективних алгоритмів кодування джерел інформації та передачі даних через канали зв'язку.

Детермінований сигнал - це точно визначений сигнал у будь-який момент часу.

Кодування інформації - це процес формування постійного представлення інформації. У вузькому розумінні під терміном "кодування" часто розуміють перехід від однієї форми представлення інформації до іншої, зручнішої для зберігання, передавання або оброблення[9].

Дискретні канали у первинних мережах зв'язку визначаються ймовірністю помилки на символ у діапазоні від  $10^{-5}$  до  $10^{-2}$ . Це може охоплювати цифрові канали, які працюють по кабелях великої протяжності, лініях радіозв'язку та космічних лініях зв'язку, мають імовірності помилок у діапазоні від  $10^{-4}$  до  $10^{-3}$ . Тому системи передавання інформації (СПІ) мають підвищити ймовірність передавання інформації на два, три і, можливо, чотири порядки.

					ЕЛІТ 8.171.00.10.449 ПЗ	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1.2 Етапи обігу інформації

Розповсюдження інформації в інформаційних системах проходить кілька етапів. Оскільки сигнали виступають матеріальними носіями інформації, то цей процес можна розглядати як циркуляцію сигналів та їхнє перетворення під час передавання. На початковому етапі, який є етапом розпізнавання інформації, відбувається збір та аналіз інформації про об'єкт чи процес. У цьому контексті важливо виділити корисну інформацію, тобто ту, яка є об'єктом інтересу, від зайвих перешкод (шумів). Найпростішим типом сприйняття є визначення двох взаємно виключних станів - "наявність" і "відсутність", в той час як більш складним є "вимірювання".

Етап підготовки інформації включає нормалізацію, аналого-цифрове перетворення і, в кінці кінців, шифрування. Іноді цей етап розглядається як додатковий до етапу сприйняття або розглядається як його доповнення. Після етапу сприйняття і підготовки отримуємо сигнал у формі, яка є зручною для передавання та оброблення.

Після етапу підготовки інформації настає етап передачі і зберігання. На цьому етапі відбувається переміщення інформації з одного місця в інше або її зберігання протягом певного часу. Після цього настає етап відображення, який передуює кожному етапу та взаємодіє з людиною. Мета цього етапу - забезпечити доступ до необхідної людям інформації, використовуючи пристрої, які можуть впливати на їхні органи чуття.

Етап обробки інформації розкриває загальні та суттєві взаємозалежності в інформації. Обробка інформації може відбуватися за допомогою електронно-обчислювальної техніки або ручного втручання людини. Формалізація цього процесу може виконуватися технічними засобами, і в сучасних складних системах ці функції часто покладаються на комп'ютери або мікропроцесори.

У випадках, коли процеси обробки інформації не піддаються формалізації та вимагають творчого підходу, обробка інформації здійснюється людиною. Однією з ключових задач обробки інформації в системах управління є розв'язання проблеми вибору керуючих впливів на систему. На заключному етапі, так званому етапі впливу, отримана інформація використовується для внесення конкретних змін у систему.

					ЕЛІТ 8.171.00.10.449 ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 1.3 Загальна структура СПП

Інформація виражається та передається у вигляді серії сигналів або символів. Від джерела інформації до одержувача передача відбувається через матеріальний носій. Якщо в процесі передачі використовуються технічні засоби зв'язку, то вони називаються лініями передачі інформації, такими як телефонні лінії, радіоканали та телебачення. Органи чуття людини також виконують роль біологічних ліній передачі інформації.[2]

Термін "шум" використовується для позначення різноманітних перешкод або завад, які можуть спотворити переданий сигнал і призвести до втрати інформації. Такі перешкоди виникають в основному з технічних причин, таких як погана якість лінії зв'язку, нестабільність потоку різної інформації, що передається одним каналом тощо. Для захисту від перешкод використовуються різні методи, такі як застосування різних типів фільтрів, що відокремлюють корисні сигнали від шумів[6].

Процес передавання інформації по технічних каналах зв'язку проходить за схемою Рис.1.[5]

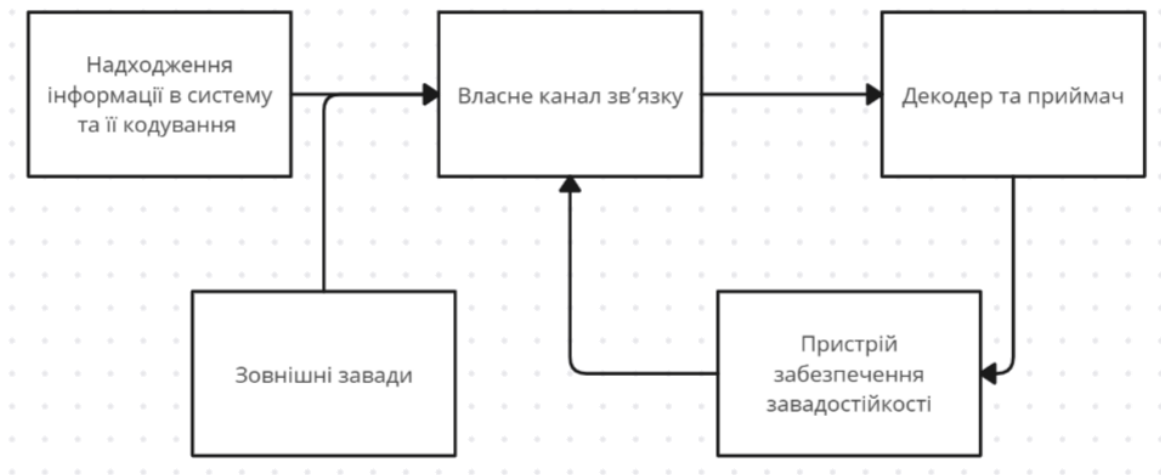


Рисунок 1 – Загальна структура СПП

Клод Шеннон розробив спеціальну теорію кодування, яка спрямована на подолання впливу шумів у процесі передачі інформації. Один із ключових принципів цієї теорії визначає, що коди, які передаються по лініях зв'язку, повинні бути надлишковими. Такий підхід дозволяє компенсувати втрату інформації під час передачі. Однак важливо, щоб надлишковість не була занадто великою, оскільки це може призвести до затримок та збільшення вартості зв'язку[1].

У контексті передачі інформації термін "канал" вказує на технічну лінію зв'язку. Швидкість передачі інформації визначає кількість інформації у повідомленні, яке передається за одиницю часу. Одиницями виміру швидкості передачі інформації можуть бути біти на секунду, байти на секунду і т.д.

Пропускна спроможність інформаційного каналу визначає, скільки одиниць інформації може пройти через канал за одиницю часу. Ця характеристика є показовою і вказує на максимальну швидкість передачі даних через інформаційну лінію зв'язку.

#### **1.4 СПІ зі зворотним зв'язком**

Для підвищення достовірності інформаційних систем і передачі даних існують три основні групи методів:

- Поліпшення якісних характеристик каналів зв'язку;
- Удосконалення методів і засобів формування індивідуальних каналів зв'язку;
- Методи виявлення та/або виправлення помилок.

Підвищення надійності може бути досягнуте за допомогою систем, які використовують штучну надмірність (без зворотного зв'язку), а також систем, що працюють за принципом зворотного зв'язку. Введення каналу зворотного зв'язку дозволяє виявляти та виправляти помилки, що робить систему більш надійною.

У системах зі зворотнім зв'язком взаємодія між передавачем і приймачем відбувається через прямий і зворотній канали зв'язку. При впровадженні резервування та вибору необхідного режиму роботи передавач використовує інформацію про стан прямого каналу, яку отримує зі зворотного каналу.

					ЕЛІТ 8.171.00.10.449 ПЗ	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В системах із захисними заходами з використанням зворотного каналу можна отримати інформацію про конкретний характер помилок в окремих ділянках повідомлення. Ця інформація може вплинути на резервування і режим приймання переданого сигналу. Застосування цього методу передавання інформаційних сигналів може значно підвищити достовірність обміну даними при високих середніх швидкостях передавання або зменшених затримках повідомлень.

В системі зв'язку для одного джерела інформації (ШІ) та одного приймача інформації (ПІ) використовуються прямий канал (ПК) для передачі інформаційних повідомлень в одному напрямку та зворотний канал (ЗК) для передачі сигналів у протилежному напрямку, як показано на рис. 2.

Залежно від характеру інформації, яку передає передавач даних (ПД) зворотнім каналом, та використання цієї інформації приймачем (Пр), існують два види систем із зворотнім зв'язком: система з вирішальним (керуючим) зворотнім зв'язком (ВЗЗ) та інформаційний зворотній зв'язок (ІЗЗ), або перезапит. Також можливий комбінований зворотний зв'язок (КЗЗ).

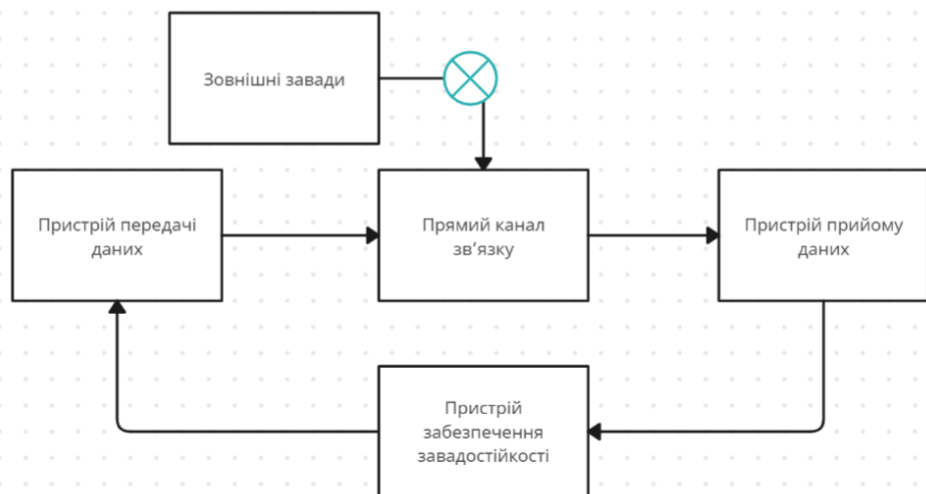


Рисунок 2 – Блок-схема системи зі зворотним зв'язком

У системах з ЕЦП (елементарним кодуванням даних) приймач, аналізуючи n-елементні комбінації надлишкових кодів, отриманих від прямого каналу (ПК), приймає рішення щодо видачі адресатові m-елементного повідомлення та висилає сигнал запити каналом зв'язку.

У відповідь на сигнал зворотного зв'язку передавач передає наступну комбінацію з пульта або витягує її з запам'ятовуючого пристрою і повторює раніше передану комбінацію. Цей зворотний зв'язок відомий як вирішальний, оскільки управління передавачем здійснюється приймачем за допомогою сигналу рішення, що передається каналом зв'язку.

У системах на базі ІЗЗ (інформаційного зворотного зв'язку) зворотний канал використовується для передавання інформації про приймання надлишкових комбінацій та їхніх характеристик. На основі аналізу цієї інформації передавач приймає рішення щодо ретрансляції комбінації, раніше переданої віддаленою станцією. Передавач надсилає службовий сигнал про своє рішення і потім передає кодову комбінацію через прямий канал. Якщо вся прийнята кодова комбінація ретранслюється зворотнім каналом, то така ІЗЗ називається повною (ретрансляційною).

У більшості випадків каналом зв'язку передаються лише певні характеристики отриманої комбінації, такі як кількість одиничних символів або контрольний набір символів коду. Сигнал зворотного зв'язку в системах ІДС (інформаційно-диспетчерських систем) часто називають квитанцією. Джерело приймає рішення, порівнюючи квитанцію, отриману від приймача, із квитанцією, що зберігається в передавачі системи.

У системах, які використовують ПЗЗ (простий зворотній зв'язок), у разі виявлення помилок в комбінації, отриманій від прямого каналу, приймач зазвичай посилає запит на повторне передавання. Якщо помилок не виявлено, то каналом зв'язку передається квитанція про прийняту комбінацію, як це робиться в системах, оснащених простим зворотнім зв'язком.

Спотворення сигналів зворотного зв'язку в системах з охоронними сповіщувачами або службових сигналів ПКП (протокол контролю передачі) у системах з охоронними сповіщувачами може призвести до пропуску або вставки комбінацій. Наприклад, якщо замість сигналу квітування джерело системи ІВО отримує сигнал запиту, то комбінація передається повторно. Для зниження ймовірності таких подій сигнали зворотного зв'язку передаються з використанням завадостійкого кодування.

					ЕЛІТ 8.171.00.10.449 ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1.5 Види перезапитів

Системи передавання інформації з детермінованим зворотнім зв'язком, де рішення про реквізицію ухвалюється на стороні одержувача інформації, класифікуються за способом реквізиції. Одним з таких типів є SPI (Systematic Packet Inspection) з пакетною ретрансляцією.

У випадку SPI з пакетною ретрансляцією весь інформаційний пакет повторно передається, якщо хоча б один символ був спотворений чи пошкоджений. Цей підхід дозволяє покращити достовірність інформації, адже навіть невеликі помилки можуть бути виправлені через повторну передачу.

Переваги такого методу включають малу частку штучної надмірності, яка додається до фону інформаційної послідовності, і ефективність використання чутливого каналу зв'язку. Однак недоліком є можливість завмирання процесу передачі даних при значному впливі перешкод, що може призвести до зависання каналу зв'язку.

Іншими словами, при стратегії пакетної ретрансляції весь пакет повторно передається, що може забезпечити виправлення помилок, але при цьому виникає ризик затримок або зависання у разі інтенсивного впливу шуму чи перешкод.

У системі з пакетним перезапитом (SPR), на відміну від SPI, передаються тільки спотворені дані, а вказівка на пошкоджену ділянку здійснюється за допомогою вектора помилки.

Переваги: практична неможливість підвісити канал зв'язку, що гарантує передачу даних при будь-якій картині перешкод в каналі зв'язку, а значить область його ефективного застосування - індустріальні канали зв'язку.

Недоліки: необхідність введення штучної надмірності в кожен двійковий символ (двійкове слово) за певними алгоритмами, що призводить до помітного зниження швидкості передачі інформації.

### СПІ з адресним перезапитом

Система передавання інформації (СПІ) з адресним перезапитом відрізняється від СПІ з векторним перезапитом тим, що вказівка на спотворену ділянку не подається позиційним (векторним) способом, а використовує двійковий номер або адресу цієї ділянки.

					ЕЛІТ 8.171.00.10.449 ПЗ	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Переваги: при малій кількості перекручених ділянок вектор помилки має меншу довжину, що дозволяє підвищити середню швидкість передачі інформації.

Недоліки: при високому рівні спотворень при передачі довгих масивів з великою кількістю  $n$ -ділянок та при значній кількості перекручених ділянок довжина вектору помилки може значно перевершувати довжину вектору при застосуванні СПІ з векторним перезапиту.

Цей метод може бути ефективним при обмеженому обсязі спотворень, але при значній кількості помилок його використання може призвести до збільшення обсягу передаваної інформації і, відповідно, зниження швидкості передачі.

#### СПІ з адаптивним перезапиту

При цьому виді перезапиту здійснюється за допомогою пакетного перезапиту до деякого значення  $P_{\Sigma}$  (ймовірність спотворення двійкового символу), а після цього значення за допомогою векторного перезапиту.

Найефективнішим видом перезапиту в каналах зв'язку з великою кількістю шумів є векторний перезапиту.

### 1.6 Завадостійке кодування

Забезпечення високої достовірності передачі повідомлень є ключовим завданням у системах передачі інформації. У таких системах важливо, щоб імовірність передавання помилкового повідомлення не перевищувала  $P = 10^{-6} - 10^{-9}$ , а імовірність помилкового приймання елемента становила близько  $P_e = 10^{-3} - 10^{-4}$ . Для досягнення високої достовірності використовуються спеціальні заходи, такі як завадостійке кодування. Цей метод включає в себе застосування спеціальних кодів, які дозволяють виявляти та, в деяких випадках, виправляти помилки, що можуть виникнути під час передачі даних.

Надлишкові коди представляють собою ефективний метод забезпечення високої надійності при передачі та прийомі повідомлень. При конструюванні таких кодів для передавання інформації використовуються лише певні комбінації кодів, які відрізняються одна від одної на один або кілька розрядів. Інші комбінації не використовуються, що сприяє виявленню та корекції можливих помилок під час передачі даних.

					ЕЛІТ 8.171.00.10.449 ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При використанні надлишкових кодів, виникнення помилки в одному розряді призводить до заміни дозволеної комбінації на заборонену. Якщо використовуються різні коди для кількох розрядів, можуть бути виявлені помилки, такі як подвійні та потрійні.

Для оцінки різниці між різними кодовими комбінаціями використовується концепція мінімальної кодової відстані.

Інверсні коди (Бауера) входять до категорії таких кодів. Основний принцип їх конструкції полягає в методі повторення вихідної знакової комбінації. Якщо ця комбінація містить парне число одиниць, вона повторюється без змін, а якщо містить непарне число одиниць, то використовується її зворотний вигляд.

Наприклад, комбінація 1011001 і 1101011 представлена в інвертованому коді як 10110011011001 і 11010110010100.

Перевірка кодових комбінацій проводиться наступним чином: спочатку обчислюється кількість одиниць у першій комбінації. Якщо це число парне, то елементи додаткової комбінації приймаються без змін. Але якщо кількість одиниць непарне, то додаткова комбінація приймається в інвертованому вигляді. Після цього обидві комбінації порівнюються біт за бітом, і якщо виявляється хоча б одна розбіжність, то ця комбінація відкидається.

Потім обидві комбінації порівнюються біт за бітом, і у разі виявлення хоча б однієї розбіжності комбінація вважається неприйнятною.

Такий метод кодування дозволяє виявити практично всі помилки, за винятком ситуацій, коли парні біти вихідної комбінації та відповідні біти додаткової (повторюваної) комбінації спотворюються одночасно.

Важливо відзначити, що коефіцієнт надмірності не залежить від кількості елементів ( $K_{надл} = 0,5$ ).

Наприклад, в таблиці 1 наведено конфігурацію коду Бауера для передавання семи повідомлень.

Кількість інформаційних символів:

$$k = \log_2 7 = 3$$

Кількість перевірочних символів  $r = k = 3$ .

					ЕЛІТ 8.171.00.10.449 ПЗ	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1 – Приклад побудови коду Бауера

Кодове повідомлення	Код Бауера
000	000111
001	001110
010	010101
011	011011
100	100011
101	101101
110	110110
111	111000

Даний код виявляє всі одно-, дво-, п'яти-, шести- кратні помилки, 85 % трикратних і 80 % чотирикратних помилок.

### 1.7 Адаптація

Теоретичні та технологічні розробки призвели до того, що вимоги до системи постійно зростають, а частка проектування і введення в експлуатацію системи збільшується. Це призводить до нестачі вихідної інформації про систему, яку необхідно компенсувати в процесі експлуатації. Системи, у яких така інформація збирається й обробляється в процесі роботи та використовується для управління, називаються адаптивними[10].

Адаптивна модель системи керування об'єктом - це модель, у якій унаслідок зміни зовнішніх і/або внутрішніх характеристик об'єкта відповідним чином змінюються структура і параметри регулятора керування для забезпечення стійкості функціонування об'єкта.

Ефективність управління реальними об'єктами зазвичай залежить від ступеня використання в процесі управління механізмів адаптації, незалежно від природи керованого об'єкта.

У широкому сенсі під адаптацією розуміють пристосування системи до зміни умов впливу[12].

Адаптація в кібернетиці - це накопичення і використання інформації для досягнення оптимального стану або поведінки системи в умовах початкової невизначеності зовнішніх умов. Адаптивною вважається система, здатна пристосовуватися до мінливих внутрішніх і зовнішніх умов. Тобто це управління в системі, де апіорна інформація про керований процес є неповною і змінюється в міру накопичення і використання інформації для підвищення якості роботи системи[15].

					ЕЛІТ 8.171.00.10.449 ПЗ	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА

Зробимо аналіз і порівняємо інформаційні характеристики коду з повторенням і інверсного коду (коду Бауера) при передачі 7ми інформаційних повідомлень.

Кількість інформаційних символів:

$$k = \log 2 + 7 = 3$$

Кількість перевірочних символів  $r = k = 3$ .

Таблиця 2 – Побудова коду

Кодове повідомлення	Результат кодування (код з повторенням)	Результат кодування (код Бауера)
100	100100	100011
010	010010	010101
001	001001	001110
110	110110	110110
101	101101	101101
011	011011	011011
111	111111	111000

Для одержання інформаційних характеристик побудуємо таблицю кодівих відстаней (таблиця 3).

Таблиця 3 – Таблиця кодових відстаней для коду з повторенням

	100100	010010	001001	110110	101101	011011	111111
100100	0	4	4	2	2	6	4
010010	4	0	4	2	6	2	4
001001	4	4	0	6	2	2	4
110110	2	2	6	0	4	4	2
101101	2	6	2	4	0	4	2
011011	6	2	2	4	4	0	2
111111	4	4	4	2	2	2	0

Мінімальна кодова відстань  $d_{\min} = 2$

Розрахуємо коефіцієнти помилкових переходів. Для цього проаналізуємо таблицю 3.

Кодових відстаней, які б відповідали значенням 1, 3 та 5 немає, а отже:

$$K_{л}(1) = K_{л}(3) = K_{л}(5) = 0$$

Для визначення інших коефіцієнтів скористаємося формулою:

$$K_{л}(d) = \frac{1}{N_p} \sum_{k=1}^N \frac{N_{pk}(d)}{C_n^d} \quad (2.1)$$

$$K_{л}(2) = \frac{1}{7} \cdot \frac{2 + 2 + 2 + 3 + 3 + 3 + 3}{15} = 0.17$$

$$K_{л}(4) = \frac{1}{7} \cdot \frac{3 + 3 + 3 + 2 + 2 + 2 + 3}{15} = 0.17$$

$$K_{л}(6) = \frac{1}{7} \cdot \frac{1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 0}{1} = 0.85$$

Таким чином, даний код виявляє всі одно-, три-, п'ятикратні помилки, а також 83% двократних і чотирикратних помилок і 15% шести-кратного.

Для даного коду найбільш ймовірна помилка, яка не виявиться це дворазова помилка. Побудуємо графік (рисунок 3). залежності ймовірності невиявленої помилки від ймовірності спотворення двійкового розряду.

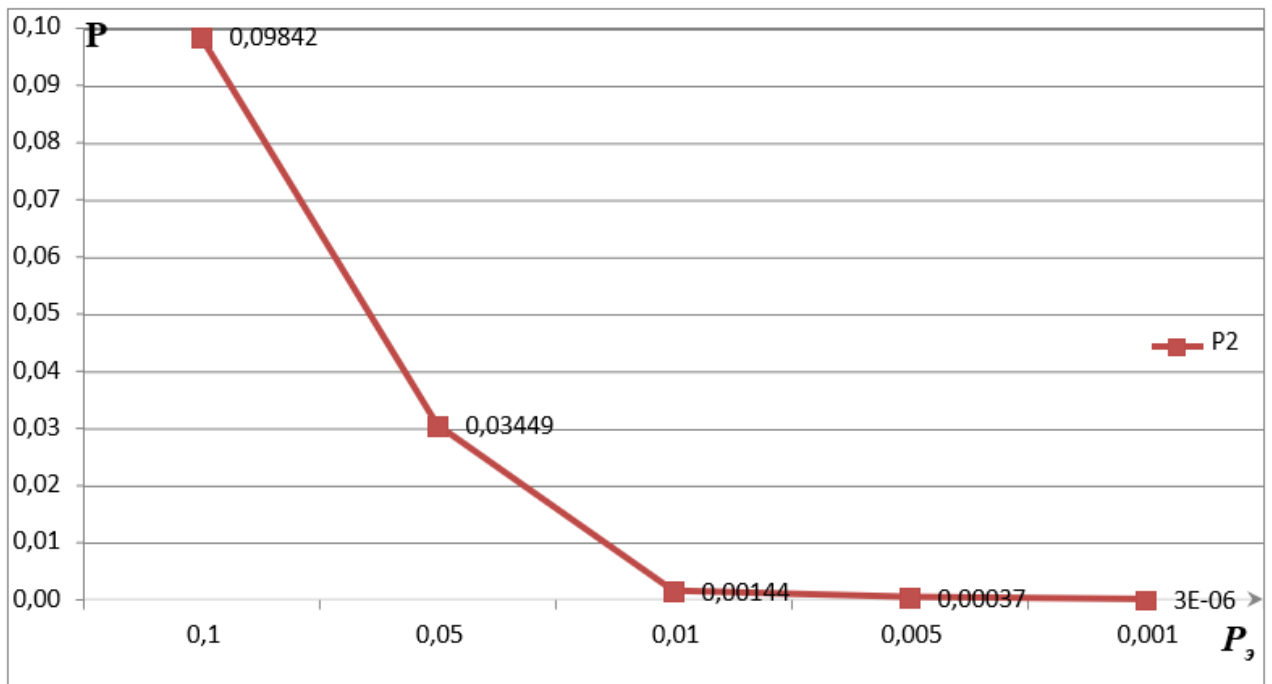


Рисунок 3 – Залежність  $P_{но}$  від  $P_з$

Проведемо аналогічний аналіз коду Бауера

Таблиця 4 – Таблиця кодових відстаней для коду Бауера

	100011	010101	001110	110110	101101	011011	111000
100011	0	4	4	3	3	3	4
010101	4	0	4	3	3	3	4
001110	4	4	0	3	3	3	4
110110	3	3	3	0	4	4	3
101101	3	3	3	4	0	4	3
011011	3	3	3	4	4	0	3
111000	4	4	4	3	3	3	0

Мінімальне значення кодової відстані  $d_{мін} = 3$

Розглянувши та проаналізувавши таблицю одержаємо наступні коефіцієнти помилкових переходів:

$$Kл (1) = Kл (2) = Kл (5) = Kл (6) = 0$$

$$Kл (3) = 0,17$$

$$Kл (4) = 0,17$$

Цей код має  $d_{min} = 3$ , і виявляє всі одно-, дво-, п'яти-, шести-кратні помилки, а також 83% три- і чотири-кратні.

Такий спосіб побудови завадостійкого коду дозволяє виявляти всі помилки, за винятком одночасного спотворення парної кількості (двох, чотирьох і т.д.) елементів у вихідній і перевірочній частинах кодової комбінації, тобто так званих парних «симетричних» помилок.

Розглянемо її ймовірність на графіку (рисунок 4).

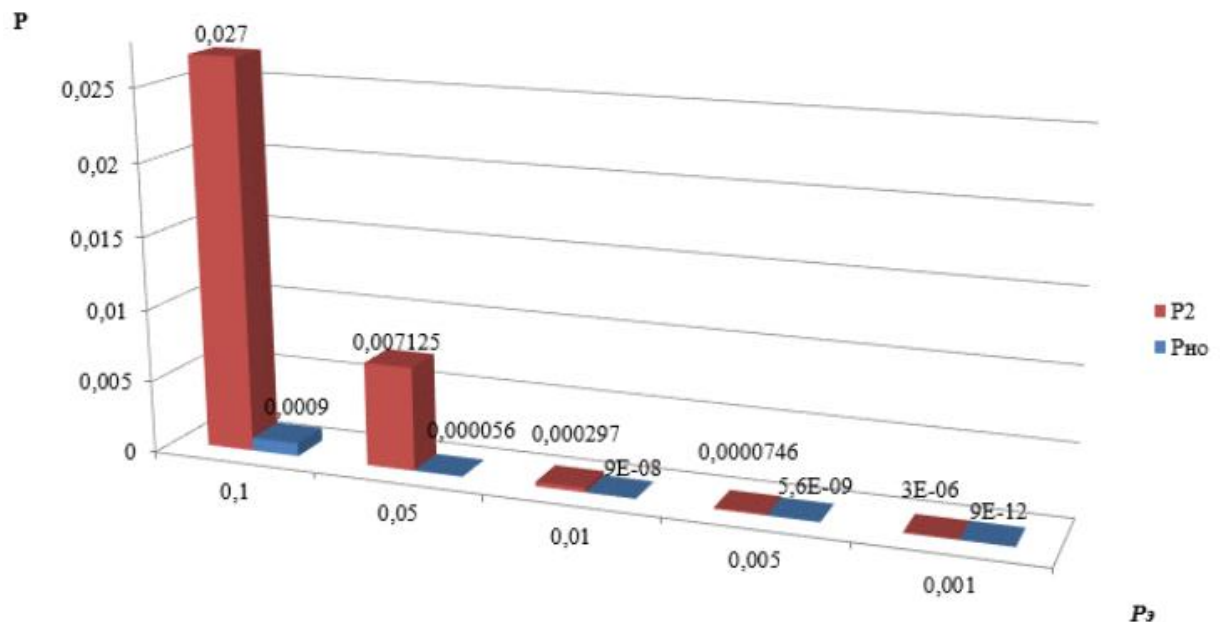


Рисунок 4 - Залежність  $P_2$  та  $P_{no}$  від  $P_z$

Код Бауера виявляє значно кращі характеристики порівняно з кодом з простим повторенням. Зменшена ймовірність невиявленої помилки досягається завдяки інверсії у додатковій частині кодового повідомлення. Ця інверсія дозволяє виявляти всі помилки передачі, за винятком парних симетричних помилок.



У розробленому пристрої існує система формування комбінацій змінної довжини (система адаптації), яка призначена для ще більшого підвищення ймовірності правильного прийому. Після передачі інформаційного пакету, при обробці вектору помилок система підраховує кількість повторних передач пошкоджених комбінацій. Якщо кількість таких передач перевищить три, то при формуванні наступного пакету в нього вноситься додаткова надмірність, а саме біт парності.

Отже, окрім кодування інверсним кодом з повторенням, кодові комбінації проходять ще й перевірку на парність. Це дозволяє на стороні приймача додатково знизити ймовірність невиявленої помилки. Графік на рисунку 3 відображає залежність ймовірностей невиявленої помилки для коду Бауера та коду Бауера з додатковою перевіркою на парність від ймовірності спотворення двійкового розряду.

					ЕЛІТ 8.171.00.10.449 СА	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2 РОЗРОБКА СХЕМ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПРИСТРОЮ ТА ЙОГО ПРОЕКТУВАННЯ

### 2.1 Розробка схеми-алгоритму

Алгоритм функціонування пристрою відображається на рисунку 5:

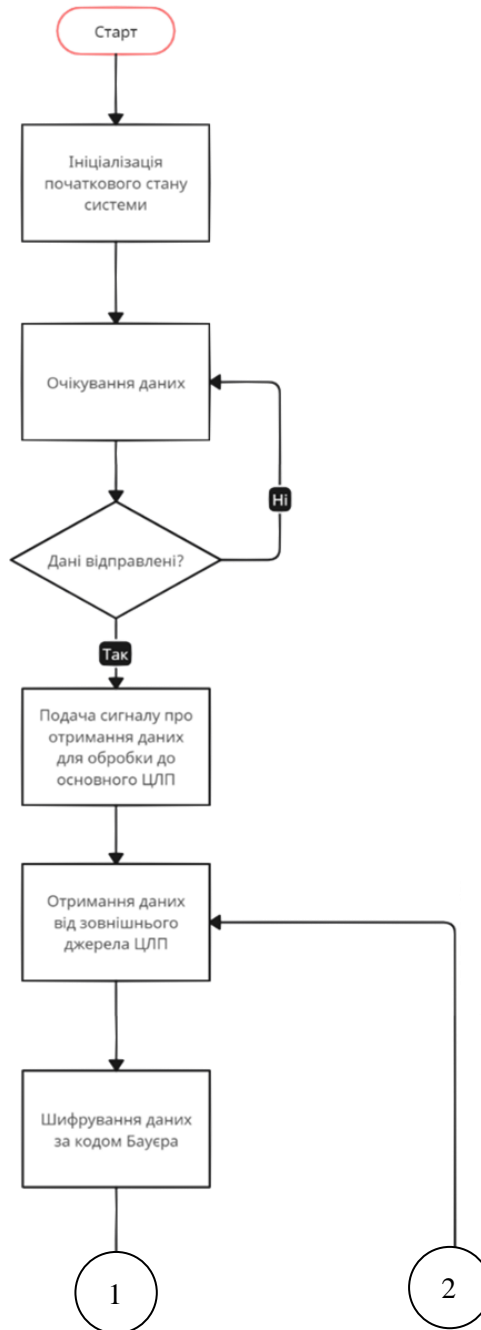
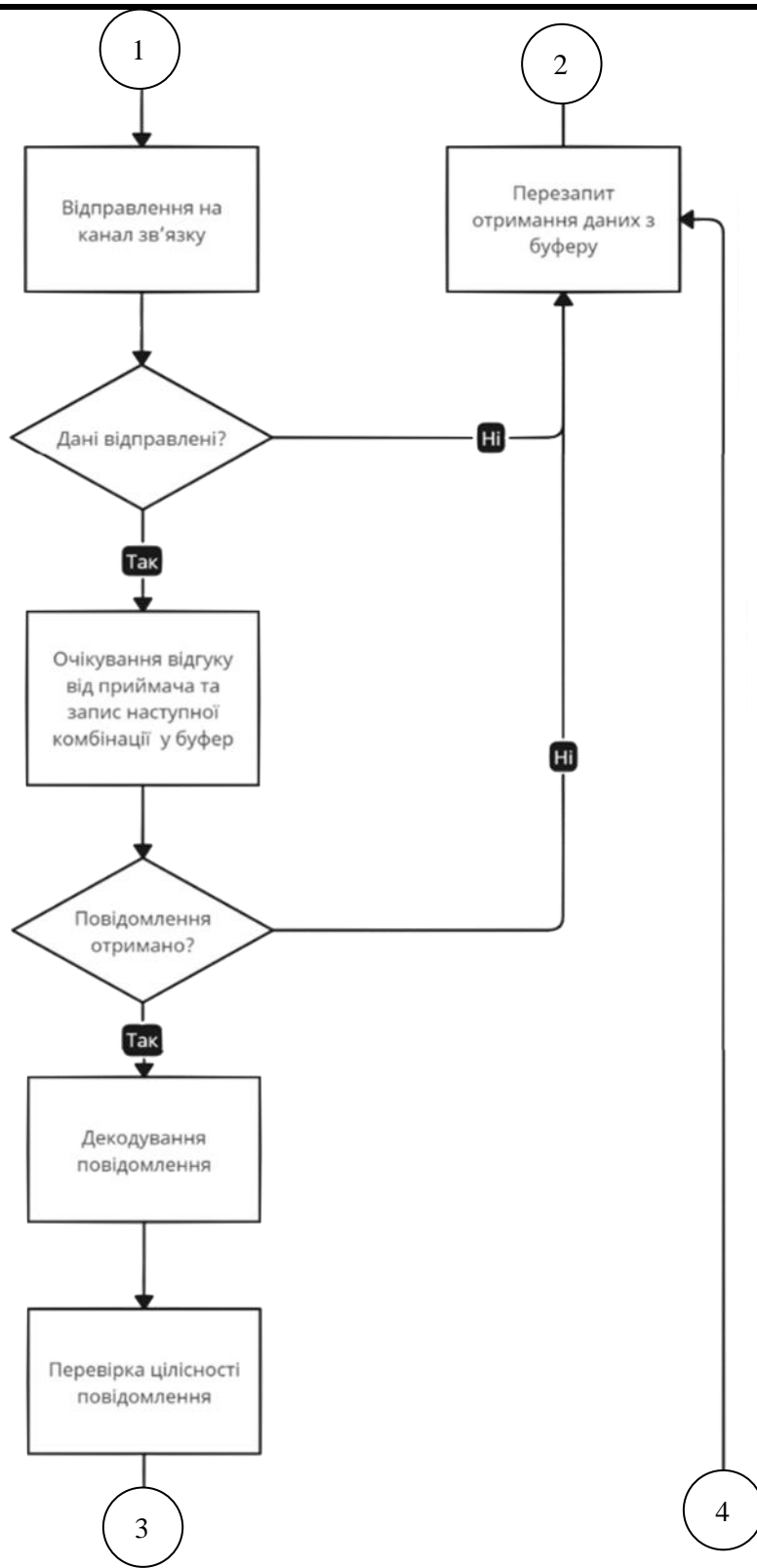


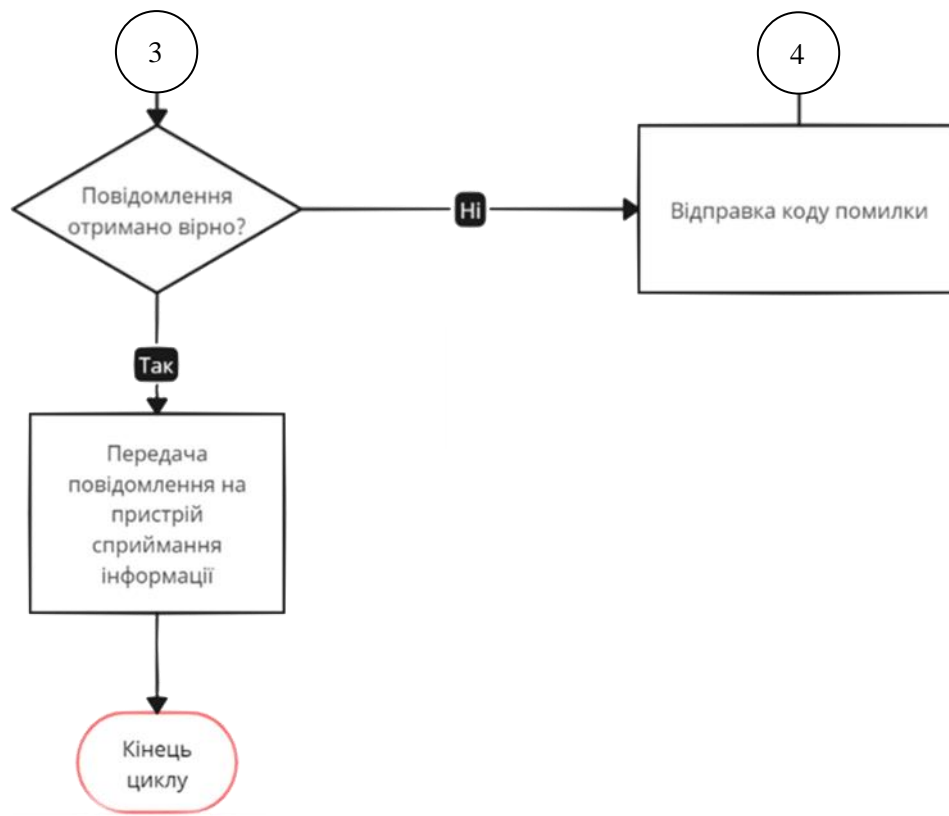
Рисунок 5 – Алгоритм роботи пристрою кодування

					ЕЛІТ 8.171.00.10.449 СА	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Продовження рисунку 5 – Алгоритм роботи пристрою кодування

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



Продовження рисунку 5 – Алгоритм роботи пристрою кодування

					ЕЛІТ 8.171.00.10.449 СА	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При увімкненні пристрою спочатку встановлюється цифрова мікросхема. Після цього пристрій готовий приймати першу кодову комбінацію. Через паралельний інтерфейс кодова комбінація записується в проміжний регістр. Починається процес кодування. Двійковий код з регістра перевіряється на парність за числом одиниць. Якщо число парне, то вихідна комбінація повторюється як тестова. Якщо число непарне, то за допомогою інвертування комбінації формується контрольна комбінація. Сформована комбінація записується за однією адресою в регістрі накопичувача.

Процедура кодування повторюється, доки всі регістри накопичувача не заповняться кодовими повідомленнями. Після цього сформовані інформаційні пакети готові до передачі. Починається передача комбінації фазового узгодження. Потім перша комбінація пакетів і бітів адаптації подається на зсувний регістр, і інформація передається. Після передачі пакет передається з бітами парності або без них, залежно від бітів адаптації. Після передавання всіх комбінацій пристрій очікує відповіді (вектора помилки), який, будучи отриманим, аналізується на предмет необхідності повторного передавання.

У випадку повторного передавання пошкодженої комбінації значення лічильника адаптації змінюється на 1. Якщо лічильник переповнюється (необхідність повторного передавання спрацьовує три і більше разів), то прийнятий сигнал блокується. Якщо отриманий вектор помилок підтверджує правильність приймання інформаційного пакета, то лічильник адаптації записується до регістра, з якого формується біт адаптації для наступного передавання. Таким чином, цикл передачі завершується.

## 2.2 Алгоритм роботи декодера

Після початкового встановлення пристрою, він приймає інформаційний пакет. Через паралельний інтерфейс подається перша комбінація на проміжний регістр. Двійковий код розділяється на інформаційну та перевірочну частини, і обробляється біт адаптацій. Інформаційна частина перевіряється на парність кількості одиниць. Якщо число парне, то перевірочна комбінація подається на схему порівняння в незмінному вигляді. Якщо число непарне, перевірочна комбінація подається на схему порівняння в інвертованому вигляді.

					ЕЛІТ 8.171.00.10.449 ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обидві частини кодової комбінації порівнюються, і при наявності розбіжностей в вектор помилок записується 1, що вказує на необхідність повторної передачі комбінації. Якщо обидві частини кодової комбінації однакові, і біт адаптації встановлено в одиницю (до кодового слова додано біт перевірки на парність), кодове слово підсумовується по модулю два. Результат порівняння з бітом перевірки на парність породжує вектор помилок. Якщо розбіжностей немає, інформаційна частина записується на адресу одного з регістрів накопичувача, і в вектор помилок записується 0, що свідчить про правильність прийому.

Після перевірки всіх комбінацій і при відсутності пошкоджених комбінацій, пристрій відправляє вектор помилок правильного прийому, і інформаційний пакет послідовно передається приймачу повідомлень. У випадку наявності помилок в прийомі, пристрій передає вектор помилок, і після аналізу цього вектора пристрій повторно передає необхідні (пошкоджені) комбінації, які знову перевіряються декодером.

### 2.3 Розробка структурної схеми пристрою

На рисунку 5 показано роботу системи кодування, побудованої на інверсних кодах.

З регістра, що приймає кодове слово від джерела інформації, комбінації двійкових чисел проходять перевірку на парність. Залежно від результату парності або непарності, схема перемикавання отримує відповідний керуючий сигнал. Цей сигнал переводить схему комутації в необхідний стан і передає на вхід приводу потрібну комбінацію, а також інформацію про адаптацію.

Пристрій формування адреси приводу виконує пошук адреси регістра приводу і генерує інформаційний пакет. Затухаючі комбінації формуються і передаються на приймач. Після цього формується адреса переданого регістра. Після отримання вектора помилки зворотнім каналом, аналізатор вектора помилки надсилає необхідні керівні сигнали і формує адресу пошкодженої комбінації.

У випадку, якщо необхідна повторна передача, лічильник адаптації збільшується на одиницю. При заповненні лічильника адаптації аналізатор адаптації додає біти парності під час формування наступного пакета. Запам'ятовувальний пристрій підключений до передавача через схему комутації, яка перемикається відповідно до адреси, отриманої від генератора адреси передачі.

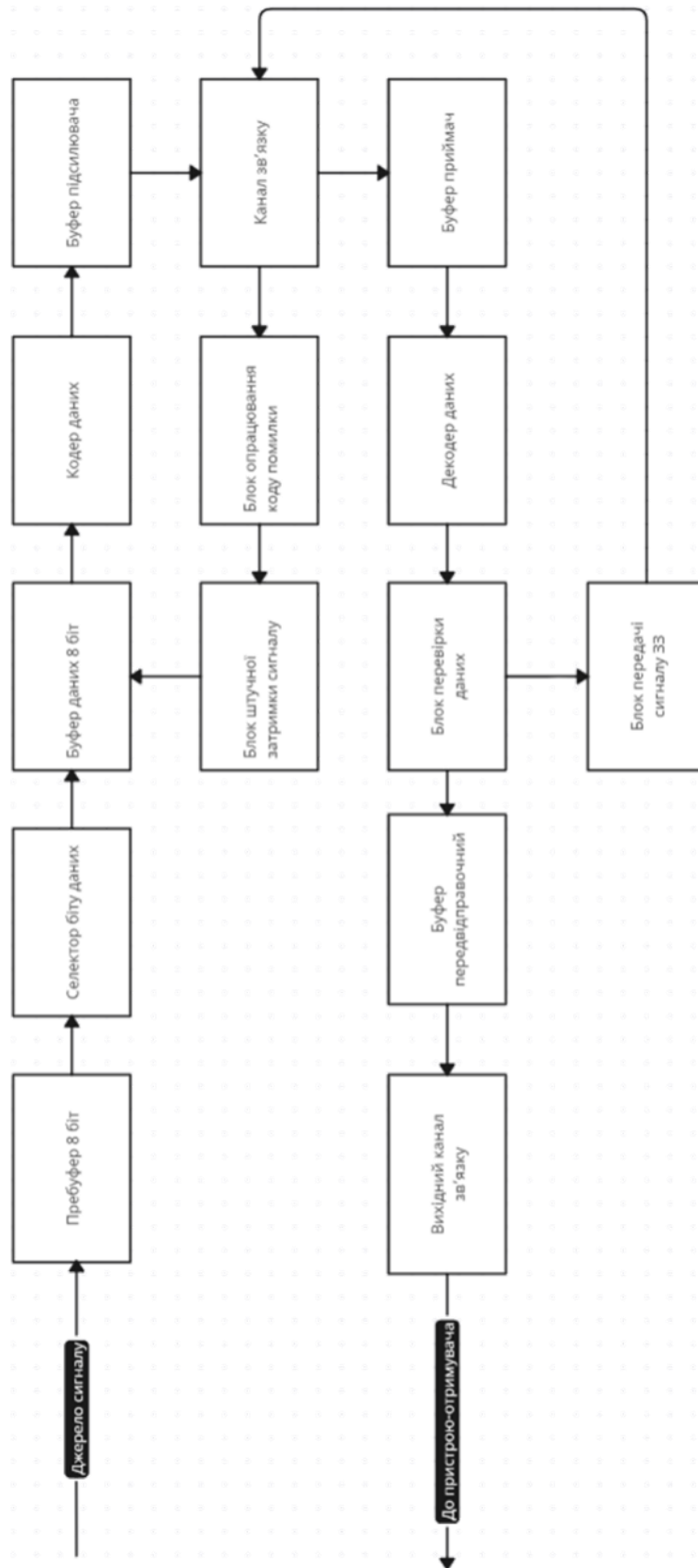


Рисунок 5 – Структурна схема пристрою кодування

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Блоки декодуючого пристрою, представлені на рисунку 6, наглядно демонструють процес роботи декодера.

Проміжний накопичувач приймає весь інформаційний пакет, після чого, отримавши його, передає слово в регістр. Вихід регістру розділяє двійкову комбінацію на інформаційну і перевірочну частини. Залежно від парності або непарності числа одиниць в інформаційній частині, через схему комутаторів на схему порівняння надходить або не інвертована, або інвертована перевірочна частина.

Схема порівняння порівнює обидві частини двійкової комбінації. Якщо біт адаптації дорівнює одиниці, проводиться додаткова перевірка на парність і порівнюється з бітом парності. Результат порівняння записується в вектор помилок, і подається керуючий сигнал на формувач адреси накопичувача. Якщо помилок не виявлено, комбінація записується в накопичувач.

Після перевірки всіх комбінацій прийнятого пакета пристрій відправляє вектор помилок. При правильному прийомі всіх комбінацій інформаційного пакету відбувається його передача приймачу інформації. Схема комутаторів, яка перемикається за адресами з формувача адрес передачі, з'єднує накопичувач з передавачем.

					ЕЛІТ 8.171.00.10.449 ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## 2.4 Розробка схеми електричної функціональної проектованого пристрою

Функції кодера включають приймання повідомлень від передавача-джерела інформації та генерацію завадостійких комбінацій. Перший блок кодера – 8-розрядний регістр – може одночасно приймати і видавати двійкові комбінації. Цей регістр використовується для прийому повідомлень та видавання їх наступному етапу кодування.

Функцію кодування виконують схеми "сума за модулем 2" і "АБО". На виході цифрового комутатора з'являється контрольна частина сформованого повідомлення, яка, разом із інформаційною частиною та бітами парності, подається на вхід перетворювача.

Другою частиною кодера є запам'ятовувальний пристрій. У ньому зберігаються комбінації для передачі в канал зв'язку. Накопичувач складається з чотирьох ОЗП, три 8-розрядних зсувних регістрів використовуються для зберігання і генерації загасаючих послідовностей, лічильник вибирає адресу ОЗП, другий 8-розрядний зсувний регістр використовується для зберігання загасаючих послідовностей.

Комбінація подається з перетворювача на входи пари послідовно з'єднаних зсувних регістрів. Ця частина системи також відповідає за підрахунок і адаптацію кількості повторних передач. Необхідні для передачі комбінації подаються в зсувні регістри генератором адрес передачі (3-розрядним лічильником), керованим аналізатором вектора помилок.

Комбінацію приймають від передавача-джерела інформації і кодують блоком кодування за тактовим сигналом, який формує блок керування. На виході блока кодування отримується кодована комбінація, яка під час надходження тактового імпульсу від блока керування надходить до запам'ятовуючого пристрою та записується до нього.

Під час заповнення оперативної пам'яті блок керування формує сигнал, що надходить до блока передавача. Залежно від стану регістра адаптації передавальний блок зчитує сигнал повідомлення із запам'ятовуючого пристрою, перетворює його на послідовний код і передає його в канал зв'язку відповідно до тактового імпульсу від блока керування.

					ЕЛІТ 8.171.00.10.449 ПЗ	Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.5 Проектування і розрахунок принципів електричних схем функціональних блоків пристрою

### 2.5.1 Вибір елементної бази

Серія АТТіnyХ інтегральних мікросхем (ІМС) є популярною серією, що використовується для влаштування пристроїв з високошвидкісним обміном цифрової інформації, обробки сигналів та узгодження в телекомунікаційних системах. АТТіnyХ виготовляється за вдосконаленою літографічною технологією, що забезпечує високу ефективність та надійність цих мікросхем.

Одна з характеристик цих мікросхем - низький вхідний струм низького рівня, який не перевищує 5 мкА. Це важливо для забезпечення економії електроенергії та підтримання низького енергоспоживання пристроїв, які використовують ці мікросхеми.

Схеми логічних елементів мають емітерний повторювач, що може служити для покращення характеристик схем, таких як швидкодія, надійність та споживана потужність. Емітерний повторювач дозволяє збільшити швидкість відповіді та знизити споживану потужність в окремих випадках, забезпечуючи оптимальні параметри для роботи в цифрових системах.

Загалом, мікросхеми АТТіnyХ представляють собою ефективний вибір для високошвидкісних та енергоефективних застосувань у телекомунікаційних системах та інших галузях[17].

Технічні характеристики ІМС серії АТТіnyХ[19]:

- Стандартні ТТЛ рівні сигналів.
- Тактова частота до 1 МГц
- Вихідний струм навантаження низького рівня до 45 мА
- Вихідний струм навантаження високого рівня до 25 мА
- Напруга живлення 5,0 В  $\pm$  15 %
- Затримка на внутрішнє перемикання до 10 нс
- Потужність споживання на вентиль 1 мВт
- Гарантовані статистичні і динамічні характеристики при ємності навантаження 50 пФ в діапазоні температур до + 70 °С і напруги живлення 5 В  $\pm$  10%.
- Стійкість до статичної електрики до 200 В.

					ЕЛІТ 8.171.00.10.449 ПЗ	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.5.2 Проектування генератору

Тактовий генератор гарантує безперервну чітку роботу пристрою. Він забезпечує необхідні швидкості кодування і передавання інформації.

Для використання тактового генератора необхідно розрахувати його частоту, виходячи зі швидкості кодування і передавання інформації. Визначається найменше загальне кратне (НКО) і частота генерації.  $f_T$ .

$$f_T = 0,1 \text{ МГц}$$

Автогенератор проектується на логічних елементах І-НІ (АБО-НІ або інвертор) мікросхеми 74НС00 з використанням кварцового резонатора як джерела стабілізації частоти коливань.

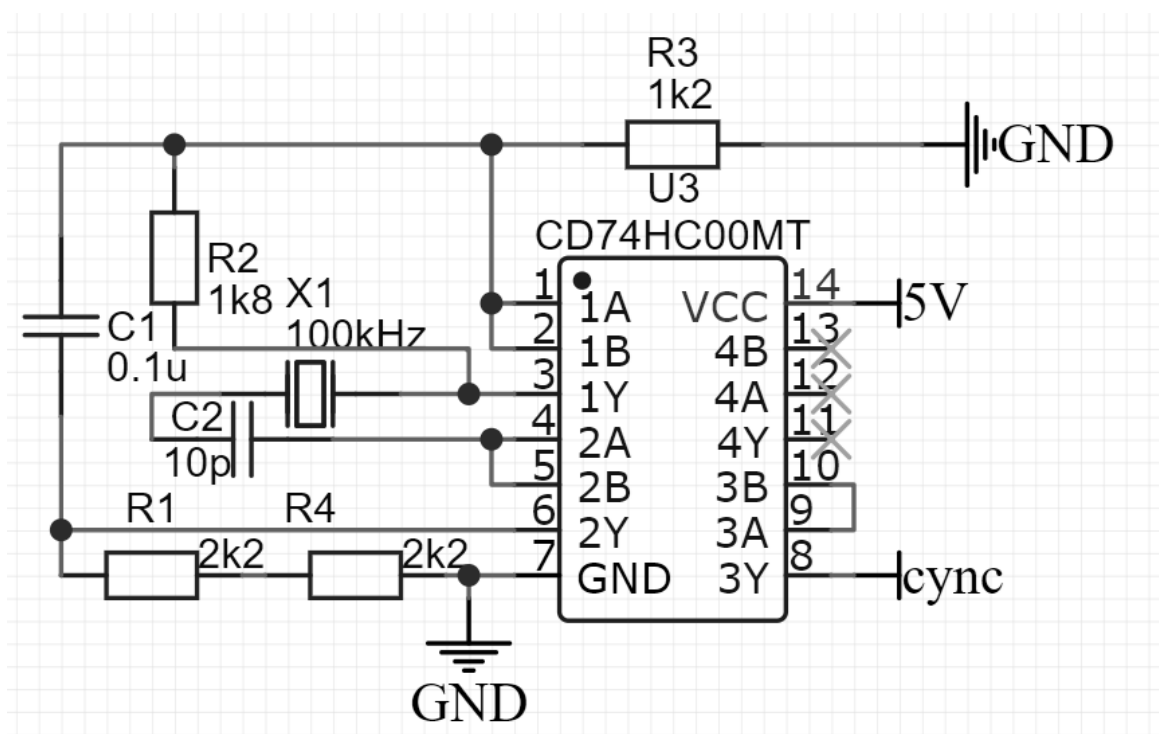


Рисунок 6 – Схема генератора тактових імпульсів

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

### 2.5.3 Проектування блоку кодування

Як регістр використаємо мікросхем 74HC74D. Вона дозволяє створити роздільний регістр, що має сім паралельних входів (d0-d7), а також вісім виходів (d1-d7), тактовий вхід Clk. Послідовне завантаження здійснюється при подачі переднього фронту імпульсу від синхрогенератору лічильник, що відповідає за адресацію біту інформації на входи пребуферу. Дані завантажуються у відповідні тригери і передаються на вихід.

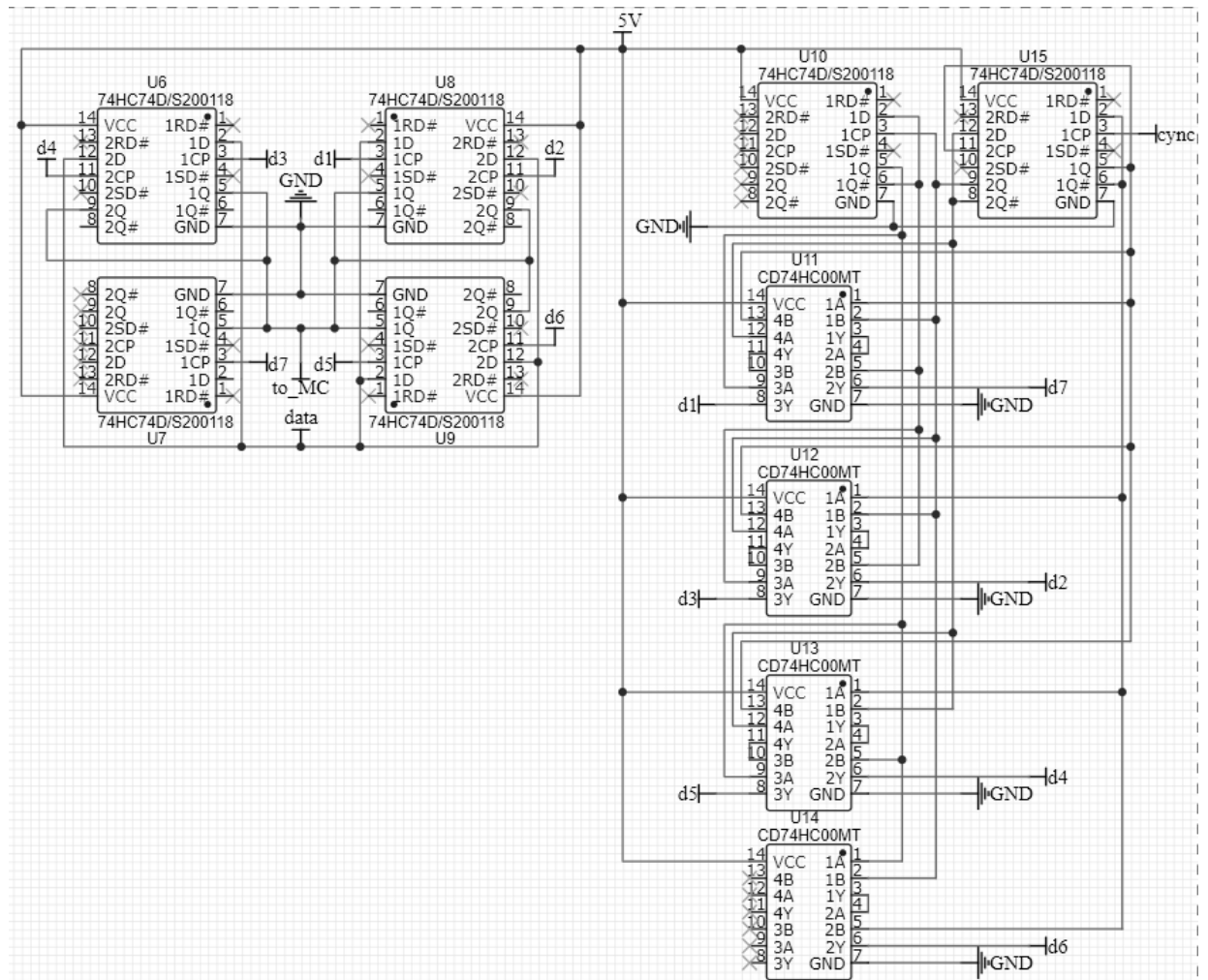


Рисунок 7 – Схема блоку кодування

## 2.5.4 Проектування блоку зберігання

Блок зберігання даних сформовано за рахунок Д-тригерів та власної пам'яті МК АТТіпу. Пребуфер сприймає дані і дозволяє утворити штучну затримку, що вистачає для отримання вихідної комбінації та отримання результату передачі від приймача. Швидкість переключення внутрішніх КМОП-транзисторів доходить до 1 МГц, що дозволяє використовувати короткохвильовий спектр сигналів.

Мікроконтролер має 32x8 загальноцільових регістри, від 2 кбіт флеш-пам'яті та 10-бітний АЦП. Це поєднання дозволяє отримати бажаний результат з мінімальною кількістю фізичного обладнання, а простота комутації та широкий діапазон частот дозволяють за використання мікросхем 74НС595 та аналогів збільшувати вхідну розрядність до 64 біт без створення надлишкової затримки на опрацювання.

Схема блоку зберігання показана рис. 8.

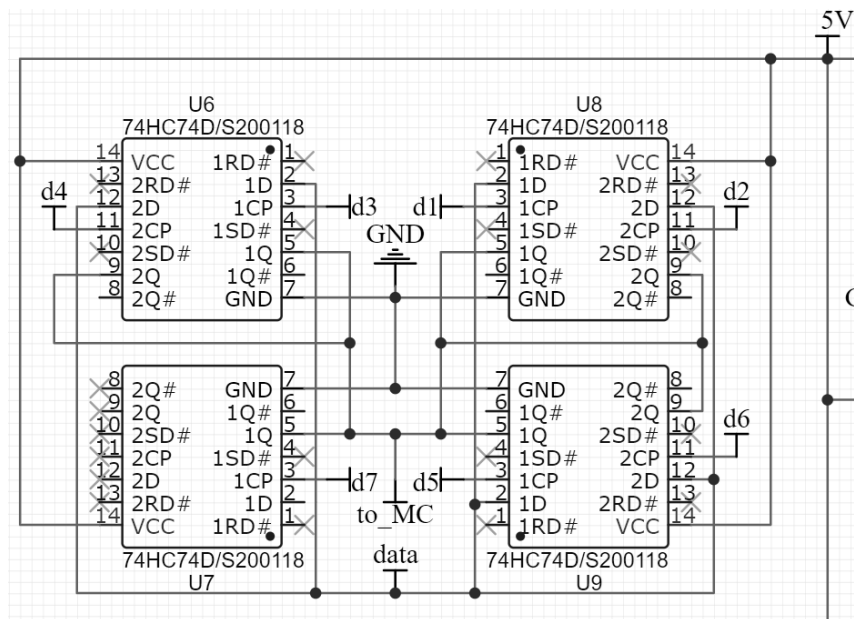
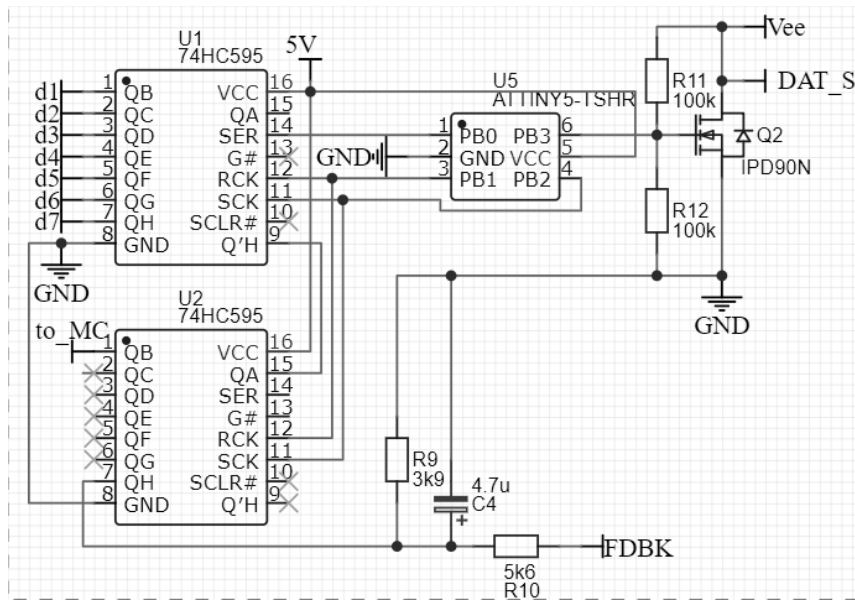


Рисунок 8 – Схема блоку зберігання

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



Продовження рисунку 8 – Схема блоку зберігання

### 2.5.5 Проектування блоку формування фазувальної комбінації

При передачі значного обсягу інформації або у випадку неперервної передачі повідомлень, що піддаються різним впливам, що можуть порушити синфазність системи, ключовим є забезпечення регулярного контролю за фазовим станом пристроїв шляхом постійної передачі маркерних повідомлень у канал. У цьому контексті використовується маркерний метод фазування.

При використанні блоків, які містять понад 100 біт (у даному випадку 241 біт), весь маркерний набір передається в один цикл. В цьому випадку зменшення ефективної швидкості є незначним, а технічна реалізація стає більш простою.

Це забезпечує прийнятне значення ймовірності помилкового фазування при одноразовому прийомі маркерної комбінації, що визначається за відповідною формулою:

$$P_{лф1} = \frac{n-l+1-(2^l-1)[1-(1-0,5^l)^{n-l+1}]}{n+l} \quad (2.2)$$

Довжину маркерної комбінації доцільно вибирати кратною байту(8 бітів) або напівбайту (4 біти).

Маючи ряд значень  $l = 4, 8, 12, 16, \dots$ , при відомих  $P_{лф} = 5 \cdot 10^{-5}$  і  $n_b = 241$ , одержуємо ряд значень для ймовірності помилкового фазування при одноразовому прийомі маркерної комбінації  $P_{лф}$ , з якого і знайдемо оптимальне значення довжини маркерної комбінації.

Ймовірність помилкового фазування можна зменшити за рахунок збільшення маркерної комбінації до  $l = 24$  біт:

$$P_{лф1} = \frac{241 - 24 + 1 - (2^{24} - 1)[1 - (1 - 0,5^{24})^{241 - 24 + 1}]}{241 + 24} = 5,37 \cdot 10^{-6}$$

Отже, при довжині маркерної комбінації  $l = 24$  біта ймовірність помилкового фазування менше за задане значення.

В якості регістра використовується комбінація мікросхеми ATTINYX та сімейства 74НСХХ, який має вісім паралельних входів (D0-D7), а також вісім виходів (Q0-Q7), тактовий вхід С і входи вибору режиму S0 і S1. Крім того, він обладнаний паралельним входом для зсуву вправо.

Для передачі фазувальної послідовності використовується режим зсуву вправо, зрушення якого здійснюється синхронно з тактовим імпульсом при подачі високого рівня напруги на вхід S0 та низького на вхід S1. При цьому інформація в поданій послідовності кодується і подається на вхід EX1.

### 2.5.6 Проектування блоку керування

Блок управління повинен забезпечувати початкове налаштування тригерів, що входять до структури пристрою. Це необхідно через можливість встановлення тригерів в будь-який (випадковий) стан перед включенням схеми. Механізм управління буде реалізовано на основі ключа, який послідовністю імпульсів на виходах скидає в початковий стан необхідні елементи схеми.

При включенні живлення система початкового налаштування, побудована на резисторі, ключах і конденсаторі, відправляє сигнал для встановлення в початковий стан всіх тригерів, що містяться в схемі.

Також блок управління повинен вирішувати завдання синхронізації всього пристрою. Для цього буде проведено розрахунок лінії затримки:

					ЕЛІТ 8.171.00.10.449 ПЗ	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$t_3 = (4 \cdot t_1 + t_2) \cdot 1,2 = (4 \cdot 14 \text{ нс} + 23 \text{ нс}) \cdot 1,1 = 87 \text{ нс},$$

де  $t_1$  – час затримки елемента DD3 (DD4, DD6, DD7),

$t_2$  – час затримки елемента DD1

$k = 87/11 = 8$  – кількість елементів І-НІ, що повинні скласти лінію затримки.

Лінії затримки враховані за рахунок використання блоку формування. Схеми блоку керування наведено на рис. 9.

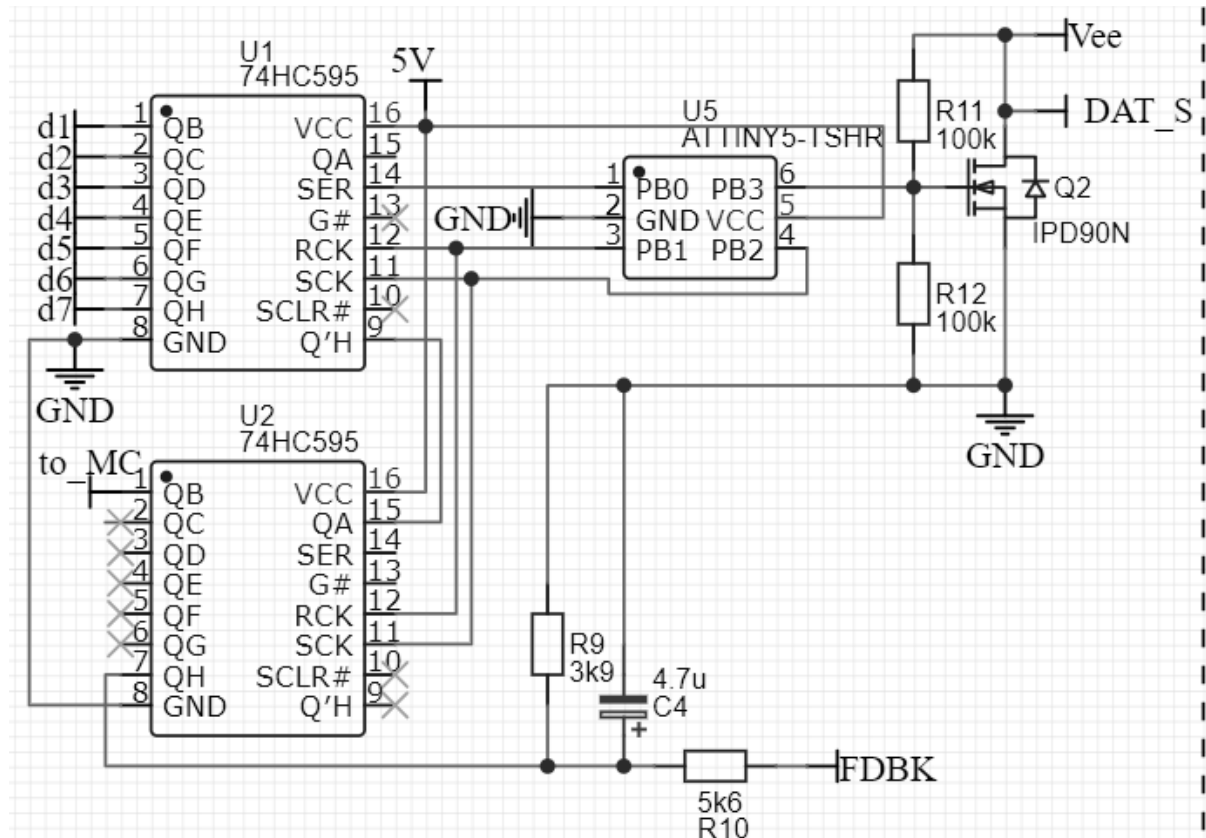
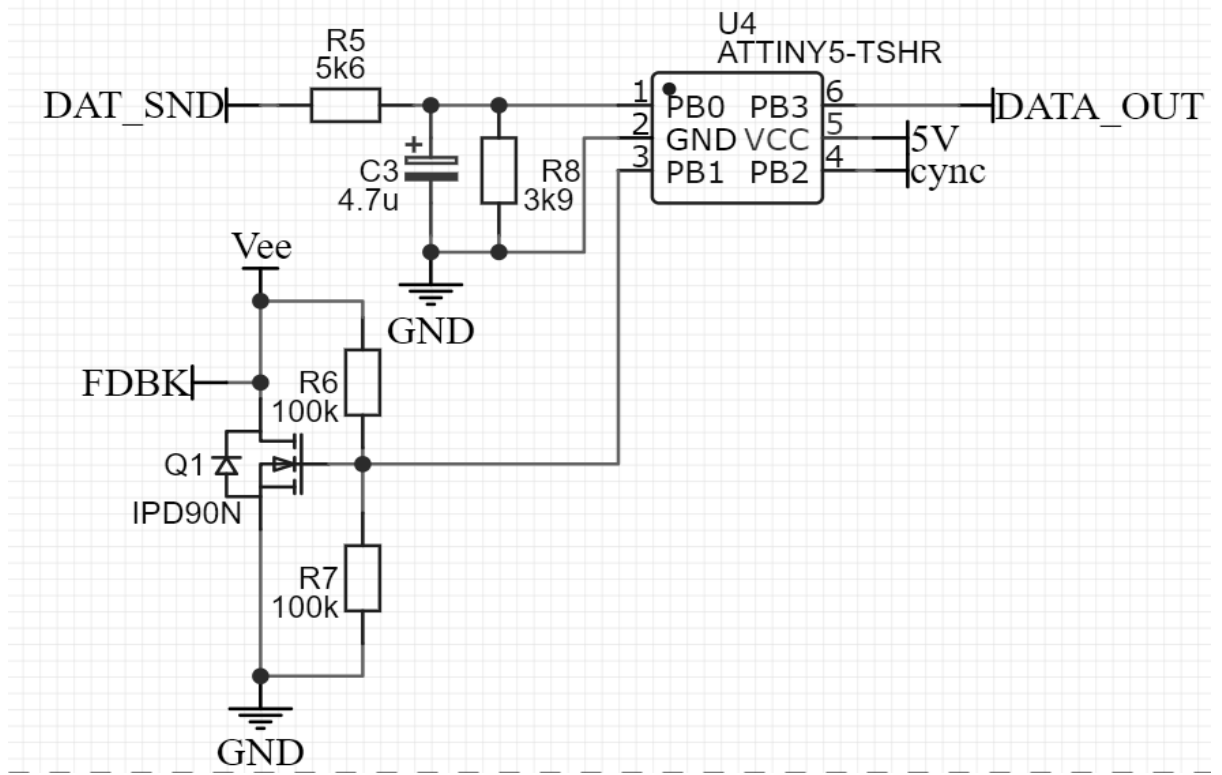


Рисунок 9 – Схема блоку керування





Продовження рисунку 9 – Схема блоку керування

## Висновки до розділу

Розроблений пристрій підвищує достовірність інформації завдяки введенню штучної надмірності, що дає змогу виявляти помилки передавання. Додаючи до інвертованого коду повторення перевірку на парність, цей генератор кодів змінної довжини дає змогу ще більше підвищити ймовірність правильного приймання інформаційних пакетів навіть за наявності великої кількості перешкод у каналі зв'язку.

Цей пристрій найдоцільніше використовувати в зашумлених каналах зв'язку під час передавання пакетів. Коди Бауера дають змогу з високою ймовірністю виявляти помилки, а векторне узгодження гарантує мінімальну бітову глибину повідомлень, переданих зворотним каналом.

					ЕЛІТ 8.171.00.10.449 ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

#### 3.1 Оцінка ефективності в інформаційних системах

Однією з проблем при визначенні ефективності є вибір методу оцінки. У літературі, присвяченій вимірюванню ефективності, ефективність може бути розрахована за допомогою такого рівняння:

$$\text{Ефективність} = \text{Ефект} / \text{Витрати}$$

Витрати представляють собою сукупні витрати, пов'язані з придбанням, установкою, конфігуруванням, супроводом і підтримкою програмного забезпечення, а також витрати, пов'язані з простоем обладнання під час технічного обслуговування або усунення несправностей.

Ефект визначається результатом впровадження програмного забезпечення, проте через специфіку використання загальносистемного та офісного ПЗ важко точно визначити прямий ефект від їхнього впровадження в тимчасових або фінансових показниках.

Внаслідок цього виникає завдання вибору методу оцінки, все безліч яких можна розділити на:

- Витратні методи. Оцінка проводиться не на основі вимірювання кінцевого продукту або результату, а на основі витрачених ресурсів або сил.
- Методи оцінки прямого результату. Методика оцінює прямий вимірний результат, наприклад, зниження вартості володіння, підвищення функціональності системи, зниження трудовитрат або поява побічного продукту основного виробництва.
- Методи, засновані на оцінці ідеальності процесу. Такі методики базуються на статичних або динамічних порівняльних алгоритмах. Базовим показником вибирається об'єкт даної системи, тоді ідеальною вважається інформаційна система з кращими для галузі показниками витрат на одиницю виходу. Популярні також підходи на базі порівняння з альтернативним рішенням.
- Кваліметричні підходи. Такі методики комплексно розглядають інформаційну систему, організують її вимір і обробляють одержані результати статистичними, соціологічними і / або експертними методами[8].

					ЕЛІТ 8.171.00.10.449 ПЗ	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Після вивчення технологічних процесів, які забезпечують приблизно однакову якість продукції і відповідають встановленим завданням і вимогам, слід вибрати найбільш економічно ефективний варіант з доступних і тільки після цього приступати до детального проектування обладнання. Спочатку слід оцінити прогресивність обраного технологічного процесу, використовуючи техніко-економічні показники, які впливають на економічну ефективність.

Сума змінних технологічного варіанта, що визначає витрати, представляє технологічну собівартість. Вхідні витрати, включаючи технічні, можна розділити на змінні (умовно-пропорційні) та умовно-постійні. Змінні витрати включають вартість сировини і матеріалів, вартість матеріалів для ремонту та обслуговування обладнання, вартість інструментів, схильних до великого зносу, вартість електроенергії і вартість амортизації. Ці витрати практично пропорційні обсягу виробництва. Постійні витрати, такі як витрати на оплату праці, опалення та освітлення, залишаються сталими незалежно від обсягів виробництва. Порівняльний аналіз проводять на основі зниження витрат, і вибирають той варіант, який забезпечує мінімальне значення[20]:

$$S_{\text{соб}} + E_{\text{еф}} \cdot K_{\text{кап}} \quad (3.1)$$

де,  $S_{\text{соб}}$  – технологічна собівартість;

$K_{\text{кап}}$  – питомий коефіцієнт капітального вкладення;

$E_{\text{еф}}$  – нормативний коефіцієнт економічної ефективності.

У складніших сценаріях для вирішення задачі вибору найоптимальнішого варіанту з наявних технологій широко використовуються прикладна математика та її методи, такі як математичне програмування. Наступним етапом є проведення розрахунків виробничої собівартості запроєктованого пристрою.

Собівартість пристрою (або установки) визначається як поточні витрати підприємства на його виробництво і збут, виражені в грошовій формі. Витрати, пов'язані з виробництвом пристрою, формують виробничу собівартість, тоді як витрати на виробництво і збут утворюють повну собівартість. Розрахунок собівартості пристрою за окремими статтями витрат відомий як калькуляція.

					ЕЛІТ 8.171.00.10.449 ПЗ	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Витрати, пов'язані з виробництвом і реалізацією пристрою (установки), класифікуються за наступними статтями[16]:

1. Матеріали та комплектуючі.
2. Основна заробітна плата.
3. Додаткова заробітна плата.
4. Відрахування на соціальні заходи.
5. Витрати на утримання і експлуатацію обладнання.
6. Загальновиробничі витрати.
7. Адміністративні витрати.
8. Витрати на збут.

### **3.2 Розрахунок собівартості пристрою, що проектується**

1. Витрати на матеріали і комплектуючі

Витрати на матеріали і комплектуючі виробу визначаються виходячи з ціни за одиницю матеріалу / комплектуючого і їх необхідної кількості.

Результати розрахунків за цією статтею наведені в таблицях 5 і 6.

					ЕЛІТ 8.171.00.10.449 ПЗ	Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5 – Розрахунок витрат на комплектуючі

ID	Name	Designator	Footprint	Quantity	COST/1	COST
1	0.1u	C1	C1206	1	2,3	2,3
2	10p	C2	C1206	1	2,3	2,3
3	4.7u	C3,C4	CASE-A_3216	2	5,5	11
4	IPD90N	Q1,Q2	PG-TO252-3_L6.3-W6.5-P4.57-LS10.0-BR-CW	2	8,4	16,8
5	2k2	R1,R4	R0603	2	0,15	0,3
6	1k8	R2	R0603	1	0,15	0,15
7	1k2	R3	R0603	1	0,15	0,15
8	5k6	R5,R10	R0603	2	0,15	0,3
9	100k	R6,R7,R11,R12	R0603	4	0,15	0,6
10	3k9	R8,R9	R0603	2	0,15	0,3
11	74HC595	U1,U2	SOP-16_L9.9-W3.9-P1.27-LS6.0-BL	2	8,2	16,4
12	CD74HC00MT	U3,U11,U12,U13,U14	SOIC-14_L8.7-W3.9-P1.27-LS6.0-BL	5	21,25	106,25
13	ATTINY5-TSHR	U4,U5	SOT-23-6_L2.9-W1.6-P0.95-LS2.8-BL	2	45,6	91,2
14	74HC74D/S200118	U6,U7,U8,U9,U10,U15	SO-14_L8.6-W3.9-P1.27-LS6.0-BL	6	13,3	79,8
15	100kHz	X1	CRYSTAL-SMD_L1.7-W1.1	1	15	15
	TOTAL:	342,85				

Таблиця 6 – Приклад розрахунку витрат на сировину і матеріали

Матеріал, сировина	Одиниця Виміру	Норма Витрат	Ціна за од., Грн	Вартість, грн
Склотекстоліт	м <sup>2</sup>	0,2	78	15,6
Каніфоль	Кг	0,15	20	3
Флюс	Кг	0,03	587	17,61
Припій	Кг	0,1	207,5	20,75
Лак	Кг	0,04	225	9
Сумарні витрати				65,96

З урахуванням транспортно-заготівельних витрат ( $k_{m-з} = 5 \div 15 \%$ ) вартість комплектуючих і матеріалів складе:

$$KM = 408,81 \text{ грн}$$

					ЕЛІТ 8.171.00.10.449 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

2. Витрати на основну заробітну плату (ЗПо) :

$$\text{ЗПо} = \text{Зо} = \sum_{i=1}^n \text{TГ}_i \cdot \text{Нч}_i = 1980 \text{ грн,}$$

де  $\text{TГ}_i$  - годинна тарифна ставка окремого спеціаліста (інженера-електронщика, лаборанта тощо), який задіяний у виробництві пристрої (установки), грн / рік;

$\text{Нч}_i$  - витрачений час робочим на виробництво і наладку пристрою (установки), рік;

$n$  - кількість працівників, задіяних у виробництві пристрої (установки).

Годинна тарифна ставка розраховується, виходячи з величини місячного окладу фахівця:

$$\text{TГ}_i = \frac{\text{TМ}_i}{\text{Вф}_i \cdot 8} = 537,63 \text{ грн,}$$

де  $\text{TМ}_i$  - місячний оклад (ставка) фахівця, грн;

$\text{Вф}_i$  - фактично відпрацьований час за розрахунковий період (місяць), днів;

8 - кількість відпрацьованих годин за зміну.

3. Додаткова заробітна плата (10 ÷ 30% від ЗПо):

$$\text{ЗПд} = 594,00 \text{ грн.}$$

Відрахування на соціальні заходи містять відрахування від суми основної та додаткової зарплати за встановленими ставками[16]:

- на обов'язкове державне пенсійне страхування;
- на державне страхування від нещасних випадків;
- на обов'язкове державне соціальне страхування на випадок безробіття;
- у зв'язку з тимчасовою втратою працездатності та витратами, зумовленими народженням дитини і похованням.

$$\text{В}_{\text{соц}} = (\text{ЗПо} + \text{ЗПд}) \cdot 0,18 = 2574 \text{ грн}$$

					ЕЛІТ 8.171.00.10.449 ПЗ	Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Витрати на утримання і експлуатацію обладнання:

Якщо обладнання знаходиться на балансі підприємства витрати на утримання та експлуатацію обладнання дорівнює

$$\text{ВУЕО} = \text{ЗПо} \cdot 1,35 = 2673 \text{ грн}$$

6. Загальновиробничі витрати.

Являють собою витрати, пов'язані з управлінням підрозділом, витрати на службові відрядження співробітників підрозділу (цеху), амортизаційні відрахування від вартості основних фондів загальцехового призначення і так далі.

Визначаються в розмірі  $130 \div 250\%$  від основної зарплати.

$$\text{ЗВВ} = 3465 \text{ грн}$$

Сума статей 1-6 представляє виробничу собівартість пристрою (установки).

7 Адміністративні витрати.

Можуть містити в собі[11]:

- витрати, пов'язані з управлінням підприємства;
- витрати на службові відрядження адміністрації підприємства;
- витрати на пожежну і сторожову охорону;
- витрати, пов'язані з підготовкою (навчанням) і перепідготовкою кадрів;
- витрати на перевезення працівників до місця роботи і назад;
- витрати на сплату відсотків за фінансові кредити, а також відсотків за товарні і комерційні кредити; витрати, пов'язані зі сплатою відсотків за користування матеріальними цінностями, взятими в оренду (лізинг);
- витрати, пов'язані з оплатою послуг комерційних банків та інших кредитно-фінансових установ;
- податки, відрахування.

Визначаються в розмірі 140-200% від основної зарплати. АдВ = 3465 грн

					ЕЛІТ 8.171.00.10.449 ПЗ	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## 1.8 Витрати на збут.

Включають витрати на рекламу і предрезалиционная підготовку пристрою (установки). Орієнтовно ці витрати визначаються в розмірі 5-10% від виробничої собівартості.

$$ВЗб = 36,79 \text{ грн}$$

Сума статей 1-8 представляє повну собівартість пристрою (установки).

Калькуляцію собівартості пристрою (установки) представимо у вигляді таблиці 7.

Таблиця 7 – Калькуляція собівартості пристрою (установки)

Найменування статей калькуляції	Проектний варіант
1 Матеріали і комплектуючі	408,81
2 Витрати на основну заробітну плату	1980
3 Додаткова заробітна плата	537,634
4 Соціальні відрахування	594
5 Витрати на утримання і експлуатацію	2574
6 Загальновиробничі витрати	2673
Виробнича собівартість	3465
7 Адміністративні витрати	3465
8 Витрати на збут	36,7929
Повна собівартість пристрою	15734,2

### 3.3 Визначення ціни пристрою та витрат на корисування

#### 3.3.1 Визначення ціни пристрою

У ринковій економіці існують різні методи ціноутворення: с / в плюс прибуток, забезпечення фіксованого обсягу прибутку, в залежності від рівня попиту та ін.

1. Розрахунок оптової ціни пристрою (установки) проведемо за схемою "собівартість плюс прибуток".

$C_{\text{опт}} = C + П$ , де  $C$  - повна собівартість пристрою (установки),

$П$  - величина прибутку.

Прибуток визначається виходячи з нормативу (показника) рентабельності виробництва продукції встановлюється підприємством:

$$R = \frac{П}{C} \cdot 100\%, \quad (3.2)$$

де  $R$  - рентабельність пристрою (установки), приймається в розмірі до 35% від його собівартості.

Тоді оптова ціна пристрою (установки) визначається як:

$$C_{\text{опт}} = C + \frac{R \cdot C}{100} = 4551,21 + 0,15 \cdot 4551,21 = 831,93 \text{ грн.}$$

Роздрібна ціна пристрою (установки) включає податок на додану вартість:

$$C_{\text{розд}} = C_{\text{опт}} \cdot 1,2, \text{ де } 20\% - \text{ ПДВ}$$

$$C_{\text{розд}} = 998,3 \text{ грн}$$

Переваги цієї методології включають її простоту та явність, зокрема у визначенні функції ціни через комплексне врахування відшкодування витрат на виробництво та забезпечення прибутковості від створення та реалізації пристрою (установки). Однак недолік даного підходу полягає в його неврахуванні ринкових факторів ціноутворення, зокрема попиту. Тим не менше, в умовах ринкової економіки існують ситуації, коли підприємствам виправдано використовувати цей метод, такі як в умовах відсутності конкуренції (монополії), обмеженої рентабельності продукції з боку держави, виконанні одноразових замовлень та виготовленні оригінальної продукції.

					ЕЛІТ 8.171.00.10.449 ПЗ	Арк.
						48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Важливо зауважити, що для визначення реальної ціни, яка відповідає умовам існуючого ринку пристроїв (установок), потрібні відповідні маркетингові дослідження.

### 3.3.2 Визначення річних витрат користувача

Річні експлуатаційні витрати включають витрати на електроенергію (живлення пристрою), заробітну плату обслуговуючого персоналу, амортизаційні відрахування, витрати на поточний ремонт та інші витрати.

1. Витрати на електроенергію (живлення пристрою) визначаються за формулою:

$Ve = W \cdot Ce \cdot t = 299,3$  грн, де  $W$  - потужність пристрою, кВт;

$Ce$  - вартість одного кВт · год, грн / кВт · год (див. тариф для промислових користувачів);

$t$  - час роботи пристрою за рік, годину.

2. Розрахунок витрат на заробітну плату персоналу, який обслуговує пристрій проводиться в разі необхідності (в залежності від паспорта спеціальності робітників) за формулою:

$$ЗПп = \sum_{j=1}^m T_{mj} \cdot k_{зj} \cdot k_{дj} \cdot k_c \cdot Ч_j \cdot 12, \quad (3.3)$$

де  $T_{mj}$  - місячний оклад (ставка) фахівця  $j$ -ї професії;

$k_{зj}$  - коефіцієнт зайнятості (залежить від часу обслуговування пристрою фахівцем  $j$ -ї професії);

$k_{дj}$  - коефіцієнт, який враховує додаткову зарплату (приймається  $k_{дj} = 1,1-1,3$ );

$k_c$  - коефіцієнт, який враховує нарахування на заробітну плату (береться  $k_c = 1,363$ )

$Ч_j$  - кількість фахівців  $j$ -ї професії;

$m$  - кількість професій.

$$ЗПп = 1439,33 \text{ грн.}$$

					ЕЛІТ 8.171.00.10.449 ПЗ	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Результати розрахунку заробітної плати обслуговуючого персоналу представимо в таблиці:

Таблиця 8 – Розрахунок заробітної плати обслуговуючого персоналу

Вид робіт	Оклад, грн	коефіцієнт зайнятості	Кількість Персоналу		Річна заробітна плата, грн	
			аналог	проект. прилад	аналог	проект. прилад
Обслуговування	10000	0,001	6	8	8400	10000

3. Річна сума амортизаційних відрахувань визначається за відповідними нормами амортизації від первісної вартості пристрою, який включає: ціну пристрою; витрати на транспортування і монтаж, які приймаються в розмірі 5-15% від ціни.

Амортизацію електронних пристроїв (установок) доцільно нараховувати за прямолінійним методом:

$A = F \cdot a = 204,40$  грн, де  $F$  - первісна вартість пристрою;  $a$  - річна норма амортизації.

$F = Ц_{розд} + В_{тм} = 1129,50$  грн, де  $Ц_{розд}$  - роздрібна (договірна) ціна пристрою;

$В_{тм}$  - витрати на транспортування і монтаж пристрою.

Річна норма амортизації обчислюється прямолінійним методом відповідно до терміну корисного використання пристрою:

$a = 1 / T_{вік}$ , де  $T_{вік}$  - строк корисного використання пристрою, років.

Відповідно до нового Податкового кодексу України допускається не менше 4 років.

4. Витрати на поточний ремонт та інші витрати включають у себе вартість електронних елементів, які виходять з ладу протягом року і вартість демонтажних і монтажних робіт.

$$V_{пр} = F \cdot k_{пр} / 100 = 4934,67 \text{ грн}$$

					ЕЛІТ 8.171.00.10.449 ПЗ	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 9 — Річні експлуатаційні витрати користувача

Статті експлуатаційних витрат	Річні експлуатаційні витрати, грн	
	пристрій – аналог	проектований пристрій
Вартість електроенергії	299,3	299,3
Витрати на обслуговування пристрою (з / п)	2878,66	1439,33
Амортизаційні відрахування	408,81	204,405
Витрати на поточний ремонт	4934,67	1129,22
Всього (Вре)	6877,703	13456,11

### 5. Розрахунок повної ціни користувача

Ціна користувача  $C_{кор}$  включає у себе капітальні вкладення  $F$  і сумарні річні витрати на експлуатацію пристроїв  $V_{ре}$  протягом терміну використання пристрою:

$$C_{кор} = F + V_{ре} \cdot T_{вик} = 3120,15 + 1265,57 \cdot 4 = 6916,85 \text{ грн}$$

### 3.3.3 Оцінка конкурентоспроможності проектного пристрою

Для оцінки конкурентоспроможності застосовується комплексний показник конкурентоспроможності  $Q_{кон}$ , який визначається за інтегральними показниками конкурентоспроможності пристроїв:

$$Q_{кон} = Q_{нп} \cdot Q_m / Q_e = 1 \cdot 1,2 / 1,52 = 0,84,$$

де  $Q_{нп}$  - інтегральний показник за нормативними параметрами (може приймати виключно два значення: нуль, якщо пристрій не задовольняє обов'язковим для даного ринку нормам і стандартам (частота і напруга живлення, точність вимірювання, конструктивні розміри), і одиницю, якщо відповідає. За проектним пристроєм  $Q_{нп} = 1$ );

$Q_m$  - порівняльна конкурентоспроможність пристрою за його технічним рівнем (наприклад, якщо швидкість передачі, або пропускна здатність пристрою збільшена в 2,5 рази, то  $q_t = 2,5$ );

$Q_e$  - інтегральний економічний показник.

					ЕЛІТ 8.171.00.10.449 ПЗ	Арк.
						51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Конкурентоспроможність за економічними показниками QE визначаємо за ціною користувача виробів:

$Q_e = \frac{Ц_{кор\_пр}}{Ц_{кор\_ан}} = 1,51$ , де  $Ц_{кор\_пр}$  - ціна використання проектованого пристрою;

$Ц_{кор\_ан}$  - ціна використання пристрою-аналогу.

Так як коефіцієнт конкурентоспроможності  $Q_{кон}$  менше одиниці, відповідно, проектована система є неконкурентоспроможною.

Таблиця 10 – Порівняння техніко-економічних показників приладу-аналогу і проектованого приладу

Параметр	Одиниця виміру	Значення	
		Пристрій-Аналог	Проектований пристрій
Технічні:			
Потужність пристрою	Вт	10	8
Габаритні розміри	м <sup>2</sup>	0,03	0,022
Маса	кг	0,3	0,25
Економічні:			
Відпускна ціна	грн	3181,92	3011,05
Річні експлуатаційні витрати користувача	грн	1969,49	2161,92
Повна ціна користувача	грн	11059,88	15155,92
Показник якості за технічним рівнем	–	X	1,2
Інтегральний економічний показник конкурентоспроможності	–	X	1,37
Комплексний показник конкурентоспроможності	–	X	0,87

У контексті ринкової економіки, ключовим чинником успіху є конкурентоспроможність товару. Це означає ефективне поєднання якості, ціни, дизайну та можливостей післяпродажного обслуговування товару. Саме тому одним з важливих показників конкурентоспроможності підприємства, особливо для виробників, є конкурентоспроможність їхньої продукції.

Розроблений пристрій виявився менш конкурентоспроможним у порівнянні з аналогічним приладом, оскільки його вартість значно перевищує ціну аналога, а технічні характеристики є недостатніми. Це пояснюється тим, що розрахунок вартості пристрою проводився на основі одиничного випуску товару, тоді як аналог виготовляється масово. З метою підвищення конкурентоспроможності, необхідно покращувати параметри самого пристрою та розглядати можливості зниження його ціни.

### **3.4 Конкурентоспроможність сучасних компаній, які спеціалізуються на електронній техніці**

#### **3.4.1 Поняття і види конкурентоспроможності**

Поняття конкурентоспроможності має різні тлумачення в залежності від економічного об'єкта, який розглядається. Фактори, критерії і характеристики конкурентоспроможності можуть варіюватися на різних рівнях: товару, фірми, корпорації, галузі, національного господарства або нації. Аналіз конкурентоспроможності може бути проведений на будь-якому з цих рівнів, відповідно до поставленої мети дослідження.

На макрорівні конкурентоспроможність відображає позицію національної економіки у системі міжнародних відносин, зокрема в сфері міжнародної торгівлі, і її здатність укріплювати ці позиції. Це основний, але не єдиний аспект поняття конкурентоспроможності на національному рівні. Також важливо враховувати здатність країни зберігати та збільшувати темпи економічного зростання, забезпечувати зайнятність та реальні доходи своїх громадян. Конкурентоспроможність нації визначається ступенем, з яким вона за умов вільного ринку виробляє товари і послуги, що відповідають світовим вимогам, сприяючи при цьому зростанню доходів свого населення.

					ЕЛІТ 8.171.00.10.449 ПЗ	Арк.
						53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рівень конкурентоспроможності нації визначається такими факторами:

- стан зовнішньої торгівлі;
- технологія;
- наявність людських ресурсів;
- наявність капіталів.

Взагалі, конкурентоздатність, розглядаючи її як соціально-економічну категорію, означає можливість та здатність досягати законними засобами найвищих економічних та соціальних вигод. З цього визначення можна вивести важливий висновок щодо практичного застосування: досягнення найвищих соціальних та економічних переваг, тобто конкуренція, можлива в різних аспектах, таких як:

- а) внутрішня конкуренція (з часом: результат досягається протягом першого періоду роботи, і результативність за аналогічний період може суттєво відрізнитися);
- б) конкуренція між особами;
- в) конкуренція між колективами;
- г) конкуренція між продуктами одного виду та аналогічними продуктами і так далі.

Зрозуміло, що конкурентоздатність не існує самостійно, відокремлено, а служить інструментом для створення конкретного продукту чи послуги різного типу.

Аналіз визначення та узагальнення основних категорій, що стосуються конкурентоздатності, які існують у навчальній та науковій літературі, дозволяє описати це поняття так: конкурентоздатність продукції - це сукупність споживчих і вартісних характеристик, які визначають його успішність на ринку. Іншими словами, це здатність саме цього товару бути придбаним за гроші в конкурентних умовах порівняно з іншими конкуруючими виробниками товарів. Конкурентоспроможність підприємства можна розглядати як реальну чи потенційну здатність вивчати ринок, аналізувати попит та ефективно розробляти, виробляти та впроваджувати товари. У взаємодії всіх параметрів ці товари стають більш привабливими для споживачів, ніж продукція конкурентів.

Також конкурентоспроможність підприємства можна розглядати як вміння швидко та ефективно виробляти та постачати на ринок продукцію високої якості за доступними витратами.

					ЕЛІТ 8.171.00.10.449 ПЗ	Арк.
						54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Конкуентоспроможність колективу підприємства, включаючи працівників на всіх рівнях, визначається їхнім спільним вмінням ефективно і оперативно впроваджувати інновації на всіх етапах життєвого циклу продукції. Це означає створення продуктів, що відповідають вимогам споживачів, із мінімальними витратами всіх видів ресурсів.

Критерій конкурентоспроможності становить ключовий компонент у цьому контексті. Він визначається стійкістю позиції підприємства та його продукції на ринку, а також рівнем продажів на світових ринках. Важливо виправити фундаментальні помилки, зокрема, фокусування зусиль на виробництві конкретних продуктів порівняно з закордонними партнерами, не завжди є найкращими в даному контексті. Справжній критерій конкурентоспроможності полягає в стійкому утриманні позицій на світовому ринку, а не в одноразових успіхах.

Отже, для досягнення цієї мети необхідно змінювати акценти та зорієнтуватися на створення спочатку конкурентоздатного персоналу та підприємства. Важливим є створення висококваліфікованого персоналу, оскільки люди є ключовою конкурентоспроможною силою підприємства.

Тільки в такому випадку як персонал, так і підприємство матимуть можливість гнучко та ефективно відповідати на вимоги різних споживачів і задовольняти їх високі стандарти стосовно певного виду продукції.

Загалом, у всебічній практичній діяльності для досягнення конкурентоспроможності слід розміщувати акценти в такому порядку:

- 1) конкурентоспроможність персоналу;
- 2) конкурентоспроможність підприємства;
- 3) конкурентоспроможність продукції (яка є результатом успіху перших двох).

Звісно, цю велику роботу слід проводити паралельно, відповідально, енергійно, сплановано залучаючи відповідні служби. При цьому пріоритетним завданням повинно бути формування та розвиток персоналу.

У загальній діяльності з досягнення конкурентоспроможності важливе значення мають показники, які характеризують та одночасно дозволяють оцінити конкурентоспроможність будь-якого об'єкта.

### 3.4.2 Умови та параметри, що забезпечують конкурентоспроможність

Умови та параметри є основними складовими категорії конкурентоспроможності. Параметри конкурентоспроможності розкривають сутність та характеризують один з аспектів конкурентоспроможності, чи то продукції, підприємства, чи персоналу. Вони дозволяють оцінити, наскільки досліджуваний об'єкт відповідає визначеним вимогам споживача.

Як показало дослідження, існує близько десяти різноманітних параметрів, які повинні бути у фокусі керівництва підприємства, оскільки вони є ключовими об'єктами управління. Тим часом, визначаючи параметри конкурентоспроможності для конкретного об'єкта, важливо постійно враховувати створення необхідних умов для досягнення цих параметрів конкурентоспроможності.

Умови або обставини, від яких залежить щось, є другою фундаментальною складовою категорії конкурентоспроможності. Вони охоплюють різноманітні організаційні, технологічні, технічні, соціальні, кадрові, правові, економічні та ідеологічні відносини, що виникають під час функціонування господарського механізму підприємства.

Створення ефективного впливу цих умов на досягнення відповідних параметрів конкурентоспроможності залежить як від персоналу підприємства, так і від "зовнішнього середовища", тобто впливу господарських механізмів у галузі, регіоні чи світових зв'язків. Нараховується близько шістдесяти таких найбільш важливих умов. Створення всіх необхідних умов для досягнення конкурентоспроможності об'єктів є першочерговою турботою керівництва та всього персоналу підприємства.

Наприклад, експерти, проводячи дослідження багатьох успішних підприємств, прийшли до висновку, що історія комерційного успіху має певні специфічні риси. Окрім технологічної новизни розробок, однією з ключових обставин, яка об'єднувала компанії, було створення організаційних і економічних умов для "вирощування" нововведень, таким чином, параметри і умови конкурентоспроможності є найважливішими позиціями для аналізу та практичної діяльності по досягненню конкурентоспроможності персоналу, підприємства, продукції.

					ЕЛІТ 8.171.00.10.449 ПЗ	Арк.
						56
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З цього зробимо практичний висновок; для досягнення конкурентоспроможності персоналу, підприємства, продукції необхідно:

1. Ретельно закріпити параметри та умови конкурентоспроможності серед відповідних структурних підрозділів та працівників підприємства.
2. Встановити значущі стимули для досягнення цих параметрів.
3. Створити в усіх структурних підрозділах підприємства групи, що відповідають за забезпечення конкурентоспроможності персоналу, підприємства та продукції, а також ефективну систему винагородження за інноваційні пропозиції.

#### 3.4.3 Показники та оцінка конкурентних можливостей підприємства

Концепція конкурентоспроможності підприємства включає в себе ряд економічних характеристик, які визначають положення підприємства на внутрішньому та зовнішньому ринках відповідної галузі. Цей комплекс може включати характеристики продукції, пов'язаної з областю виробництва, а також фактори, що визначають економічні умови виробництва та реалізації товарів підприємства.

Конкурентоспроможність продукції та підприємства, що виготовляє цю продукцію, взаємозалежні як часткові та цілісні аспекти. Здатність підприємства конкурувати на конкретному товарному ринку безпосередньо пропорційна конкурентоспроможності його продукції та загальної ефективності в підприємницькій діяльності, що надають перевагу в умовах конкуренції з іншими учасниками.

Також важливими факторами впливу на рівень конкурентоспроможності підприємства є науково-технічний рівень та оновлення технологій виробництва, використання новітніх винаходів і відкриттів, а також впровадження сучасних елементів для автоматизації виробництва. Крім того, рівень конкурентоспроможності підприємства залежить від природи товарів, які воно продає, та умов, в яких ці товари споживаються.

					ЕЛІТ 8.171.00.10.449 ПЗ	Арк.
						57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Позиція підприємства на ринку, серед конкурентів, також залежить від підтримки, яку отримує від національних державних органів та інших організацій. Ця підтримка може включати гарантії для експортних кредитів, страхування, експортні субсидії, інформаційну підтримку щодо кон'юнктури ринку, податкові пільги та інші заходи.

В умовах відкритої конкурентної ринкової економіки конкурентоспроможним вважається підприємство (фірма), яке може довгий час залишатися прибутковим. Ключові показники, які визначають конкурентоспроможність підприємств, включають частку на світовому і внутрішньому ринках, чистий дохід на одного працівника, кількість працівників і кількість головних конкурентів.

Існують різні методики оцінки конкурентоспроможності, які враховують як цінові, так і нецінові фактори. Аналіз конкурентоспроможності експортної продукції надзвичайно важливий, а фактор часу враховується за теорією "життєвого циклу" товару.

У практиці оцінки конкурентоспроможності акцентується, переважно, на технічних параметрах (наприклад, потужність чи надійність), менше уваги приділяється економічним аспектам, таким як ціна, витрати виробництва, вартість споживання, ефективність експорту і інші. Одна з методик визначення рівня конкурентоспроможності товару базується на співвідношенні ціни продажу експортного товару до "еталонної ціни" або середньозваженої ціни на аналогічний товар, який користується найбільшим попитом у споживачів на цьому ринку.

На практиці міжнародних фахівців використовують спеціальні показники та методи для визначення цінової конкурентоспроможності на даний період. Оцінка цінової конкурентоспроможності на внутрішньому ринку зазвичай проводиться шляхом порівняння внутрішніх цін і цін на імпорту продукцію або світову ціну. На зовнішньому ринку враховують три ключові показники: виробничі витрати в національній валюті, валютний курс і розмір прибутку (різниця між ціною продажу на ринку та собівартістю продукції).

Економічна інформація відіграє значущу роль у визначенні конкурентоспроможності товару. Показники, такі як зростання продажів, частка ринку, темпи зростання ринку, обсяг експорту та інші, мають важливе значення.

					ЕЛІТ 8.171.00.10.449 ПЗ	Арк.
						58
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для оцінки конкурентоспроможності компанії використовують числові показники, які вказують на ступінь стабільності позиції компанії, її здатність виробляти продукцію, яка користується попитом на ринку та забезпечує очікувані кінцеві результати і стабільність. Деякі з цих показників включають:

- Співвідношення між ціною проданого товару та його кількістю на поточний період. Збільшення цього коефіцієнта вказує на зростання обсягу продажів.
- Коефіцієнт прибутку та загальна вартість реалізації (прибуток/оборот). Підвищення цього показника свідчить про підвищення рівня конкурентоспроможності компанії.
- Відношення загального обсягу реалізації до вартості нереалізованої продукції (реалізації готової продукції) вказує на зниження попиту на продукцію компанії та наявність надмірного запасу готової продукції.
- Співвідношення між загальною вартістю продажів і вартістю запасів (реалізація на запасах) показує, чи спричинилося зменшення попиту на готову продукцію або збільшення запасів сировини. Зниження цього показника свідчить про уповільнення обороту запасів.
- Співвідношення обсягу/суми дебіторської заборгованості (продажу/дебіторської заборгованості) вказує на те, яка частина проданої продукції поставляється покупцями на основі торгового кредиту.

Підприємство з меншими виробничими витратами отримує більший прибуток, що дозволяє розширювати виробництво, підвищувати технічний рівень, економічну ефективність та якість продукції, а також вдосконалювати виробничу систему продажів. В результаті конкурентоспроможність такої компанії та вироблена продукція зростають, що призводить до збільшення її частки на ринку за рахунок інших компаній, які не мають фінансових та технічних можливостей.

					ЕЛІТ 8.171.00.10.449 ПЗ	Арк.
						59
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Важливо проаналізувати витрати обороту, які розраховуються як відношення витрат на збут до величини прибутку. Аналіз витрат на оборот дозволяє оцінити невиробничі витрати у всій системі переміщення товарів від продавця до покупця.

Оцінка невиробничих витрат у всій системі переміщення товарів від продавця до покупця надає можливість проаналізувати витрати на оборот.

Таким чином, оцінка конкурентоспроможності компанії на конкурентному ринку ґрунтується на ретельному аналізі її технологічних, виробничих, фінансових та комерційних можливостей. Цей етап є заключним у маркетингових дослідженнях та спрямований на визначення бізнес-потенціалу та стратегічних кроків, які компанія повинна вжити для забезпечення конкурентоспроможних позицій на ринку.

Результати цього дослідження слугують основою для розробки стратегії компанії, включаючи її технічну, асортиментну та збутову політику. Використання комп'ютерних технологій стає необхідним для проведення економічних досліджень та використання широкого спектру показників.

					ЕЛІТ 8.171.00.10.449 ПЗ	Арк.
						60
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

В цьому проекті розроблено систему генерації повідомлень змінної довжини для кодування інформації, що базується на повторному зворотньому кодуванні. Ця система кодування повідомлень змінної довжини є адаптивною та здатною адаптуватися до змінних внутрішніх і зовнішніх умов.

Розроблена система спрямована на підвищення достовірності інформації та виявлення помилок передачі шляхом введення штучної надлишковості. Адаптивна система додатково підвищує ймовірність правильного прийому інформаційних пакетів навіть за наявності високих завад у каналі зв'язку за рахунок включення перевірки парності в код зворотної ітерації.

Цю систему найбільш виправдано використовувати в зашумлених каналах зв'язку, де можливість появи пакетів з помилками велика. Бауерівські коди з високою ймовірністю виявляють помилки, а векторне повторне передавання гарантує мінімальну бітову глибину для передаваних повідомлень по зворотному каналу зв'язку.

					ЕЛІТ 8.171.00.10.449 ПЗ	Арк.
						61
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

- 1 Bierbrauer J. Introduction to coding theory. – CRC Press, 2016.
- 2 G. Yue and X. Wang, "Anti-jamming coding techniques with application to cognitive radio," in IEEE Transactions on Wireless Communications, vol. 8, no. 12, 2015, pp. 5996-600
- 3 Lowe D. Electronics All-in-one for Dummies. – John Wiley & Sons, 2017.
- 4 Pandey G. et al. Exemplar encoder-decoder for neural conversation generation //Proceedings of the 56th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (Volume 1: Long Papers). – 2018. – С. 1329-1338.
- 5 Roman S. Introduction to coding and information theory. – Springer Science & Business Media, 1996.
- 6 Strasser M., Pöpper C., Čapkun S. Efficient uncoordinated FHSS anti-jamming communication //Proceedings of the tenth ACM international symposium on Mobile ad hoc networking and computing. – 2009. – С. 207-218.
- 7 Monica Borda. Fundamentals in Information Theory and Coding – Springer Berlin, Heidelberg, 2018. – 504 p.
- 8 Gerardus Blokdyk. Binary Code A Complete Guide – 2022. – 308 p.
- 9 Mark Kelbert, Yu. M. Suhov. Information Theory and Coding by Example. – Cambridge University Press, 2013.
- 10 Paulo S. R. Diniz. Adaptive Filtering: Algorithms and Practical Implementation Fifth Edition – Springer Nature Switzerland AG, 2020. – 495 p.
- 11 Должанський І. З., Загорна Т. О. Конкурентоспроможність підприємства: Навчальний посібник //К.: Центр навчальної літератури. – 2016. – Т. 384.
- 12 Yanbo Huang, Qin Zhang. Agricultural Cybernetics. – Springer, 2021 – 255 p.
- 13 Жураковський Ю. П., Полторак В. П. Теорія інформації та кодування: Підручник. – К.: Вища шк., 2001. – 255 с
- 14 Rosa Chun, Rui Da Silva, Gary Davies, Stuart Roper. Corporate Reputation and Competitiveness. — Routledge, 2002. — 288 p.

					ЕЛІТ 8.171.00.10.449 ПЗ	Арк.
						62
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



- 15 Benjamin C. Kuo. Automatic Control Systems – McGraw Hill Professional, 2017 – 800 p.
- 16 Лупак Р. Л., Васильців Т. Г. Конкурентоспроможність підприємства: навч. посіб // Львів: Видавництво ЛКА. – 2016.
- 17 John E. Ayers. Digital Integrated Circuits Analysis and Design, Second Edition – 2010. – 616 p.
- 18 Подлевський Б., Рикалюк Р. Теорія інформації. – ЛНУ, 2018. — 342 с
- 19 Sergio Franco. Analog Circuit Design: Discrete & Integrated 1st Edition – McGraw Hill, 2014. – 864 p.
- 20 Економіка и бізнес: підручник / за ред. д.е.н., проф. Л. Г. Мельника, д.е.н., доц. А. И. Карінцевої. – Суми : Університетська книга, 2021. – 315 с.

					ЕЛІТ 8.171.00.10.449 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63