

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОНІКИ І КОМП'ЮТЕРНОЇ ТЕХНІКИ

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи магістра на тему:

**МІКРОПРОЦЕСОРНА АППАРАТУРА ЦИФРОВОГО
КАНАЛУ ЗВ'ЯЗКУ**

ЗАВІДЦЮЧИЙ КАФЕДРОЮ

А.С. ОПАНАСЮК

КЕРІВНИК ПРОЕКТУ

І.А. КУЛИК

КОНСУЛЬТАНТИ:

ПО ЕКЕНОМІЧНІЙ ЧАСТИНІ

О.М. МАЦЕНКО

РОЗРОБИВ СТУДЕНТ

ГРУПИ ЕС.м - 91

П.В. ПОЛОВИНКІН

СУМИ 2020

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОНІКИ І КОМП'ЮТЕРНОЇ ТЕХНІКИ
Спеціальність 171 Електроніка
Освітня програма Електронні системи та компоненти
ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедрою Опанасюк А.С.

"___" _____ 2012 р..

З А В Д А Н Н Я

на кваліфікаційну роботу магістра студентіві

1 Тема проекту (роботи) Мікропроцесорна апаратура цифрового каналу зв'язку

затверджена наказом по університету "___" _____ 20___ р. № _____

2 Термін здачі студентом закінченої проекту (роботи) _____

3 Вихідні дані до проекту (роботи) _____

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що належить розробити) 1. Огляд літератури та поставлення задачі проектування. 2. Наукова-дослідна частина. 3. Вибір та обґрунтування алгоритму функціонування та структурної схеми системи. 4. Розробка функціональної схеми блоків системи. 5. Вибір елементної бази та розробка принципових електричних схем блоків.

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) 1. Схема алгоритму функціонування. 2. Схема електрична структурна. 3. Схема електрична функціональна. 4. Схема електрична принципова.

6 Консультанти по проекту (роботі), із зазначенням розділів проекту, що стосуються їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Економічна частина	МАЦЕНКО О.М.		

7 Дата видачі завдання _____

Керівник _____

Завдання прийняв до виконання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Огляд літератури та поставлення задачі проектування	04.11.20-11.11.20	
2	Вибір та обґрунтування алгоритму функціонування та структурної схеми системи	12.11.20-16.11.20	
3	Науково-дослідна частина	17.11.20-25.11.20	
4	Розробка функціональної схеми блоків системи	26.11.20-01.12.20	
5	Вибір елементної бази та розробка принципових електричних схем блоків	02.12.20-14.12.20	
6	Економічна частина	15.12.20-18.12.20	

Студент-дипломник _____

Керівник проекту (роботи) _____

" ____ " _____ 2020 р.

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка містить ____ сторінок, ____ рисунків, ____ таблиць, ____ додатків, ____ джерел.

Об'єкт розробки - цифровий канал зв'язку (пристрій захисту від помилок).

Мета розробки - забезпечення заданого рівня якості передачі інформації з телефонних ліній зв'язку.

Розроблена мікропроцесорна апаратура для цифрового каналу зв'язку має наступні функціональні можливості: передача даних по міжміської та міської телефонної мережі; завадостійке кодування даних на основі коду Файра; забезпечення симплексного режиму передачі інформації; пакетування даних з формуванням блоків і їх номерів, заголовка і закінчення пакета; формування фазає комбінації.

Сферою застосування розробленого пристрою є каналотворююча апаратура міжміської та міської телефонної мережі.

Ключові слова: телефонний канал, завадостійке кодування, фазування, симплексний режим передачі.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	7
ВСТУП	4
1 Основна частина.....	5
1.1 Огляд літератури та постановка задачі проектування	5
1.1.1 Узагальнена структура системи передачі даних.	5
1.1.2 Стійкість і швидкість передачі даних.	6
1.2 Науково-дослідна частина.....	10
1.2.1 Завадостійке кодування в мікропроцесорній апаратурі цифрових каналів зв'язку.10	
1.2.2 Постановка і аналіз проблеми.	13
1.2.3 Кількість варіантів переходів комбінації з бітом паритету.	14
1.2.4 Ймовірності необнаружіваний і виявленої помилок.	15
1.2.5 Висновки науково-дослідницької частини.	17
1.3 Розробка структурної схеми та алгоритму роботи цифрового каналу зв'язку	19
1.3.1 Вибір способу захисту даних.	19
1.3.2 Синтез алгоритму роботи цифрового каналу.....	21
1.3.3 Синтез структурної схеми цифрового каналу зв'язку.	23
1.4 Розробка функціональної схеми цифрового каналу зв'язку	26
1.4.1 Розробка формату повідомлення.	26
1.4.2 Функціональна схема процесорного блоку і шинного формувача. ...	33
1.5 Розробка принципів схем блоків цифрового каналу зв'язку.....	36
1.5.1 Вибір елементної бази.	36
1.5.2 Процесорний блок.	38
1.5.3 Оперативне і постійне запам'ятовуючі пристрої.	40
1.5.4 Вхідні і інтерфейсні регістри.	42
1.5.5 Дешифратор запам'ятовуючих і зовнішніх пристроїв.	42

					ЕЛІТ 8.171.00.10.267 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Половинкін			Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Кулик І.А			3		
Реценз.					СумДУ, гр. Ес.м.-91		
Н. Контр.		Кулик І.А					
Затвердж.		Опанасюк А.С.					
					МІКРОПРОЦЕСОРНА АППАРАТУРА ЦИФРОВОГО КАНАЛУ ЗВ'ЯЗКУ Пояснювальна записка		

1.5.6	Побудова принципової схеми.	44
1.5.7	Розрахунок споживаної потужності і струму споживання пристрою захисту від помилок.	46
1.6	Разробка програмного забезпечення цифрового каналу зв'язку.....	48
2	Економічна Частина.....	51
2.1	Класифікація витрат промислового підприємства в залежності від обсягу виробництва: постійні та змінні	51
2.2	Показники економічної ефективності	54
2.3	Розрахунок економічних показників цифрового каналу зв'язку	62
2.3.1	Розрахунок повної собівартості розроблюваної мікропроцесорної апаратури цифрового каналу зв'язку (далі, продукт).	62
2.3.2	Розрахунок ціни продукту "мікропроцесорна апаратура цифрового каналу зв'язку"	67
	Висновок.....	70
	Список літератури	72
	Додаток А	74

						Лист
						4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

- ІМС – інтегральна мікросхема
- КЗ – канал зв'язку
- МП – мікропроцесор
- МПК – мікропроцесорний комплект
- ОЗП – оперативно запам'ятовуючий пристрій
- КОД – кінцеве обладнання даних
- ВП – відправник повідомлень
- ПД – передача даних
- ПЗП – постійно запам'ятовуючий пристрій
- ОП – отримувач повідомлень
- СПД – система передачі даних
- ТТЛ – транзисторно-транзисторна логіка
- ТТЛШ – ТТЛ з діодами Шоттки
- ПЗВП – пристій захисту від помилок
- ППП – пристрій перетворення сигналів
- ПП – пристрій поєднання

ВСТУП

Передача інформації в даний час здійснюється переважно в цифровій формі. Подібна передача повідомлень має низку переваг у порівнянні з аналоговою:

- підвищення точності передачі і обробки сигналів, яке не залежить від схематичних і технологічних рішень апаратури;
- інтеграція каналів електрозв'язку, джерел і отримувачів повідомлень, що дозволяє проектувати розвинені мережі зв'язку за рахунок уніфікації методів передачі, розподілу і обробки інформації за допомогою використання однотипних цифрових сигналів і множинного доступу до середовища, в якому передаються сигнали;
- можливість забезпечення прихованої передачі шляхом кодової шифрування повідомлень; нечутливість цифрових каналів до ефекту накопичення спотворень при ретрансляції;
- розвиток систем зв'язку, що забезпечують ефективне використання дорогих комунікаційних ресурсів;
- гнучкість організації цифрових засобів передачі та обробки даних. допускає використання мікро-ЕОМ, мікросхем з великим ступенем інтеграції, цифрової комутації.

Реалізація цифрових систем зв'язку на інтегральних логічних мікросхемах дозволяє створити гнучкі, універсальні, компактні і недорогі пристрої, що володіють заданими показниками вірності передачі повідомлень. Розробляема цифрова система зв'язку повинна мати принципово оптимальну реалізацію. Також, за можливості, що розробляємо систему необхідно спроектувати таким чином, щоб забезпечити максимальну універсальність цифрового каналу зв'язку. Це означає, що система може бути використана як для вирішення строго певних завдань, так і для вирішення довільних питань, що виникли в процесі роботи всієї системи в цілому.

1 ОСНОВНА ЧАСТИНА

1.1 Огляд літератури та постановка задачі проектування

1.1.1 Узагальнена структура системи передачі даних.

Системою передачі даних (СПД) називається сукупність технічних засобів, що забезпечують передачу повідомлень від об'єкта до адресата [1]. Розглянемо узагальнену структуру СПД односпрямованої дії, що складається з кінцевого обладнання (КОД), що виконує функції відправника (КОД-ВП) і одержувача (КОД-ОП) повідомлень, пристроїв сполучення (ПП), пристроїв захисту від помилок (ПЗВП), пристроїв перетворення сигналів (ППП), пристроїв управління (ПУ) і каналу зв'язку (КС) (рисунок 1.1).

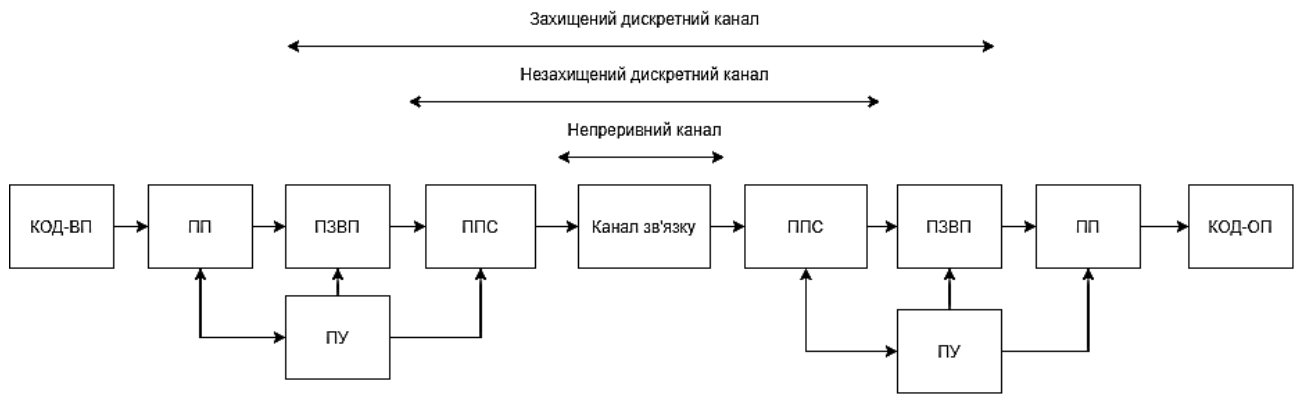


Рис. 1.1 – Узагальнена структура СПД

У ПЗВП відбувається кодування-декодування даних. ППП здійснює перетворення сигналів даних в форму, зручну для передачі по каналу зв'язку, а пристрою сполучення забезпечують обмін інформаційними і керуючими сигналами між апаратурою передачі даних (ПД) і КОД. Координація взаємодії складових частин СПД забезпечується спеціальними імпульсами, що виробляються пристроєм управління. Сукупність безперервного каналу з включеними на його вході і виході ППП називають незахищеним або дискретним каналом ПД, а об'єднання безперервного каналу з ПЗВП - захищеним від помилок каналом ПД. Для двостороннього обміну інформацією між абонентами використовуються дві односпрямовані СПД, які конструктивно можуть бути виконані у вигляді однієї дуплексної СПД.

Пара ПЗВП передавача і приймача істотно визначає ступінь захисту повідомлень від помилок в каналі зв'язку, причому кодер відображає послідовність, що надходить на його вхід, в нову цифрову послідовність, а

декодер виробляє зворотне відображення. У сукупності ці відображення повинні забезпечити стійкість цифрової послідовності по відношенню до можливих спотворень, що вимагає введення контрольованої надмірності при кодуванні і її використання при декодуванні [1, 2].

Пара ППП передавача і приймача служить для узгодження параметрів сигналу з відповідними параметрами КЗ з метою максимального протидії перешкод. Модулятор з'являє кожному символу або групі символів вхідний сигнал каналу, демодулятор виконує зворотне перетворення [1, 2].

У КЗ діють шуми і перешкоди, які в дискретному каналі проявляються у вигляді переходу одного значення символу в інше - хибне подія, що складається в появі помилки, або неиспользуемое подія, яка називається стиранням. Залежно від характеру помилок розрізняють наступні дискретні канали: симетричний (всі помилкові значення символів рівноімовірні), асиметричний (деякі хибні значення символів мають більшою ймовірністю), без пам'яті (спотворення символів не залежить статистично від спотворення іншого вихідного символу), з пам'яттю (спотворення символу вихідний послідовності залежить статистично від спотворення іншого символу тій же послідовності), канал зі стиранням (поряд з помилками мають місце стирання символів) [2, 3].

1.1.2 Стійкість і швидкість передачі даних.

Основними характеристиками, що визначають якість і ефективність передачі даних, є швидкість і вірність передачі. Важливим показником є складність апаратною реалізації, що визначає її вартість [1].

Швидкість передачі інформації V дорівнює кількості інформації, що передається по КЗ за одиницю часу, біт / с:

$$V = (\log_2 m_c) / \tau_0, \quad (1.1)$$

де m_c – кількість позицій сигналу;

τ_0 – тривалість одиничного елемента сигналу.

Для двохпозиційних сигналів на підставі (1.1)

$$V_2 = 1 / \tau_0.$$

Величина $1 / \tau_0$ визначає кількість елементів, що передаються по КЗ в секунду, і носить назву швидкості модуляції В(Бод). Таким чином, для двійкових систем швидкості передачі інформації і модуляції збігаються. Застосування багатопозиційних сигналів дозволяє при одній і тій же швидкості модуляції

					ЕЛІТ 8.171.00.10.267 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

підвищити, в порівнянні з двопозиційними системами, швидкість передачі. Правильність передачі даних кількісно оцінюється вірогідністю помилкового прийому одиничних елементів P_o і кодової комбінації $P_{кк}$, які визначаються наступним чином [1]:

$$P_o = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n_{ош}}{n},$$

$$P_{кк} = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{N_{ош}}{N},$$

де $n_{ош}$, $N_{ош}$ – кількість помилково прийнятих одиничних елементів і кодових комбінацій відповідно;

n , N – кількість переданих одиничних елементів і кодових комбінацій відповідно.

У зв'язку з обмеженим числом n і N на практиці замість ймовірностей P_o та $P_{кк}$ використовують коефіцієнти помилок за елементами K_o і по кодовою комбінаціям $K_{кк}$

$$K_o = n_{ош}/n, \quad (1.2)$$

$$K_{кк} = N_{ош}/N. \quad (1.3)$$

Для телефонних каналів коефіцієнт K_o нормується рекомендацією МККТТ V53. Його величина залежить від типу каналу, швидкості модуляції. значення K_o приведені в таблиці 1.1.

Коефіцієнт помилки по кодовою комбінаціям $K_{кк}$ незалежно від типу каналу і швидкості передачі повинен бути не більше 10^{-6} .

					ЕЛІТ 8.171.00.10.267 ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблиця 1.1 – Значення P_o і K_o для різних каналів і швидкостей модуляції

Тип каналу зв'язку	Швидкість модуляції В, Бод	Імовірність P_o (коефіцієнт K_o) помилки
Комутований канал	300	$1 \cdot 10^{-4}$
	600	$1 \cdot 10^{-3}$
	1200	$1 \cdot 10^{-3}$
Некомутований (виділений) канал	300, 600, 1200	$5 \cdot 10^{-5}$

Існують такі підходи до боротьби з завадами [2]:

- використання підземних каналів зв'язку, які менше залежать від зовнішніх умов і мають стабільні параметри;
- використання зворотного каналу в дуплексному режимі і вирішальною або інформаційної зворотного зв'язку;
- використання надлишкових перешкодостійких кодів, здатних коригувати помилки на приймальному кінці.

Останні два підходи характеризуються застосуванням завадостійких кодів, що дозволяють виявляти і виправляти помилки, що виникають при перетвореннях або передачі інформації.

1.1.3 Постановка завдання проектування і дослідження.

На підставі літературного огляду і аналізу питань, що стосуються забезпечення якості передачі, можна зробити наступні висновки:

- одним з основних вузлів цифрового каналу зв'язку є пристрій захисту від помилок;
- кодовий метод захисту даних є досить ефективним, що дозволяє істотно підвищити якість передачі інформації;
- при наявності симплексних каналів зв'язку особливу увагу слід звернути на характер групування помилок і при цьому часто для виправлення пакетів помилок використовують циклічні коди;
- широке поширення на сьогоднішній день мають розподілені системи цифрового зв'язку, що використовують в якості середовища передачі

провідні лінії зв'язку, зокрема канали тональної частоти (телефонні лінії).

Проектована пристрій захисту від помилок цифрового каналу зв'язку має володіти такими функціональними можливостями:

- передача даних по телефонній мережі;
- завадостійке кодування даних, що захищає від пакетів помилок;
- забезпечення симплексного режиму передачі інформації;
- пакетування даних з формуванням блоків і їх номерів, заголовка і закінчення пакета;
- забезпечення фазирования по циклу.

Проектована пристрій захисту від помилок повинно відповідати таким технічним вимогам:

- швидкість передачі даних по телефонних лініях зв'язку – $V \leq 1200$ біт/с;
- відношення ефективної швидкості до технічної – $V_{\text{эф}}/V \geq 0,9$;
- довжина переданого інформаційного пакета – $N \geq 1024$ біт, значення кратне восьми;
- кратність виявляються і виправляє помилок – $v_{\text{и}} \leq 8$;
- ймовірність помилкового прийому кодової комбінації – $P_{\text{кк}} \leq 10^{-6}$;
- час затримки видачі інформації споживачеві – $\varphi_0 \leq 15$ мс;
- ймовірність помилкового фазирования – $P_{\text{лф}} \leq 3 \cdot 10^{-5}$.

Таким чином, технічні параметри пристрою захисту від помилок як основного елемента цифрового каналу відповідають поставленим вимогам. Отримане пристрій забезпечує заданий рівень якості передачі інформації для сильно зашумлених телефонних каналів зв'язку.

В рамках науково-дослідної частини ставиться завдання дослідження ефективності застосування кодів з бітом паритету для передачі даних по телефонних цифрових каналах зв'язку, в яких спостерігається асиметричний характер появи помилок.

					ЕЛІТ 8.171.00.10.267 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

1.2 Науково-дослідна частина

1.2.1 Завадостійке кодування в мікропроцесорній апаратурі цифрових каналів зв'язку.

Розрізняють дві групи кодів: ненадлишкові і надлишкові. Перші не дозволяють виявляти і виправляти спотворені елементи в своїх комбінаціях, другі - забезпечують можливість виявлення або виправлення спотворених в результаті дії перешкод і спотворень елементів кодових комбінацій.

У надлишкових кодах кодові комбінації можуть містити інформаційні та перевірочні елементи. Обидві групи кодів поділяються на рівномірні і нерівномірні, тобто коди з постійним і непостійним числом розрядів. Надлишкові коди діляться на безперервні (рекурентні) і блокові (блокові). У безперервних кодах процес кодування і декодування носить безперервний характер, в блокових - кожного повідомлення відповідає кодова комбінація (блок) з кінцевого числа елементів. Блоки кодуються і декодуються окремо один від одного.

Разділяемі блокові коди, в свою чергу, діляться на систематичні і несистематичні.

Систематичним блоковим кодом, що розділяється називається такий код, в кодових комбінаціях якого перші m позицій (розрядів) зайняті інформаційними елементами, а останні $r = n - m$ позицій - перевірочними. До несистематическим разделімого блоковим кодами відносяться коди, у яких інформаційні елементи не займають все k перших позицій.

Різновидом систематичних кодів є циклічні коди.

При виборі кодів для передачі інформації керуються вимогами до вірності переданої інформації і швидкості передачі, які визначаються на підставі характеристик кодів. До основних характеристик кодів відносяться [2, 3]:

- число інформаційних елементів m ;
- число перевірочних елементів r (для коригувальних кодів);
- довжина (розрядність) n коду - число елементів (символів), що складають кодову комбінацію, $n = m + r$;
- потужність коду N_p - число дозволених кодових комбінацій, використуваних для передачі повідомлень;
- основу (алфавіт) q коду;

					ЕЛІТ 8.171.00.10.267 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

- повне число кодових комбінацій N - число всіх можливих комбінацій, рівне q^n (для двійкових кодів – $N = 2^n$);
- надлишковість коду R_n :

$$R_n = 1 - \frac{\log_q N_p}{\log_q N}, \quad (1.4)$$

або при $N_p = 2^m$ и $N = 2^n$

$$R_n = 1 - \frac{m}{n} = \frac{r}{n}; \quad (1.5)$$

- відносна швидкість коду R , що характеризує ступінь використання в надмірному коді інформаційних можливостей його потужності,

$$R = \frac{\log_q N_p}{\log_q N} \text{ или } R = \frac{m}{n} = 1 - R_n;$$

- важливість кодової комбінації (коду) ω (для двійкового коду визначається кількістю одиниць в кодової комбінації);
- мінімальна кодова відстань коду

$$d = \min_{ij} d_{ij}, \quad (1.6)$$

визначається як мінімальна відстань з усіх отриманих кодових відстаней між парами кодових комбінацій даного коду. Кодова відстань d_{ij} між i -й і j -й комбінаціями цього коду визначається відповідно до правила

$$d_{ij} = \sum_{l=1}^n |a_{li} - a_{lj}|, \quad (1.7)$$

де a_{li} , a_{lj} – елементи, що стоять на l -му місці в i -й і j -й комбінаціях, тобто d_{ij} визначається числом однойменних розрядів з різними значеннями;

- ймовірність не виявленої помилки $R_{но}$ – ймовірність такого події, при якому прийнята кодова комбінація відрізняється від переданої, а властивості даного коду не дозволяють визначити факт наявності помилки;
- ймовірність виявленої помилки $R_{оо}$ – ймовірність, при якій прийнята кодова комбінація відрізняється від переданої і завдяки властивостям даного коду встановлюється факт наявності помилки в кодової комбінації;
- ймовірність виправляється помилки $R_{ио}$ – ймовірність такого події, при якому кодова комбінація відрізняється від переданої, і завдяки властивостям даного коду виправляється помилка в кодової комбінації;

					ЕЛІТ 8.171.00.10.267 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

- ймовірність виникнення помилки $P_{\text{ош}}$ – ймовірність такої події, при якому прийнята кодова комбінація відрізняється від переданої ($P_{\text{ош}} = P_{\text{но}} + P_{\text{оо}}$);
- кратність помилки v визначається кратністю v_o та $v_{\text{и}}$ помилок;
- ефективність коду

$$r_g = \frac{N_p}{N} \frac{P_{\text{ош}}}{P_{\text{ош}} - \sum_{i=1}^v P_i},$$

де P_i – ймовірність виявленої або виправляємої помилки в залежності від властивостей даного коду.

Ступінь захисту інформації від помилок певним методом кодування залежить, головним чином, від мінімального кодового відстані d даного коду.

Розрізняють три види кодового відстані: Хеммінга, Лі і матричне. Найбільш широке поширення в теорії кодування знайшло кодове відстань Хеммінга, так як воно нерозривно пов'язане з поняттям ваги кодової комбінації [2]. Кодова відстань Хеммінга d між двома комбінаціями однієї довжини n визначається як число з однойменних розрядів (позицій), що містять неоднакові елементи. Для двійкових кодів, оскільки в двійковій арифметиці підсумовування однакових елементів дає 0, а неоднакових - 1, відстань Хеммінга між двома кодовими комбінаціями можна визначити їх порозрядним підсумовуванням по $\text{mod } 2$ і подальшим підрахунком числа ненульових елементів, тобто визначенням ваги ω такої суми.

Загальна кількість комбінацій довжини n дорівнює 2^n , а число комбінацій, віддалених від даної на відстань d , дорівнює числу сполучень з n по d :

$$C_n^d = n! / d!(n-d)!$$

Щоб визначити комбінацію, що відстоїть від даної на відстань d , можна додати до цієї комбінації будь-яку комбінацію ваги d (з d одиницями і $n-d$ нулями). Додавання - поразрядное по $\text{mod } 2$.

Для виявлення всіх помилок кратності v_o кодове відстань повинна бути

$$d \geq v_o + 1, \quad (1.8)$$

а для виправлення помилок кратності $v_{\text{и}}$ –

$$d \geq 2 \cdot v_{\text{и}} + 1. \quad (1.9)$$

Для виправлення і виявлення помилок кодова відстань

$$d \geq v_{\text{и}} + v_o + 1. \quad (1.10)$$

Прикладом ошібнообнаружівуючого коду, який набув широкого поширення в ПД, може служити код з однією перевіркою на парність.

Код з однією перевіркою на парність має $d = 2$ і дозволяє виявляти всі помилки непарної кратності. Отримав дуже широке поширення в системах зв'язку через простоту своєї реалізації і малої надмірності.

1.2.2 Постановка і аналіз проблеми.

Двійкові коди з бітом паритету або перевіркою на парність (непарність) є одними з відомих і широко використовуваних в інформаційних системах різного призначення [2, 4, 5]. Своє широке поширення вони отримали завдяки простому алгоритму отримання на основі операції "сума по модулю два". Виявлення помилок для таких кодів полягає в контролі числа двійкових одиниць в кодової комбінації, використовуючи додатковий розряд - біт паритету. Значення біта паритету має доповнювати число двійкових одиниць вихідної комбінації до парного значення при контролі по парності і до непарного значення при контролі за непарності. Порушення парності або непарності одиниць для комбінації з бітом паритету означає появу в ній помилки внаслідок дії перешкоди в каналі зв'язку або виникнення апаратного збою.

На сьогоднішній день оцінка ошібнообнаружівующей здатності розглянутих кодів проведена тільки для довічного симетричного каналу зв'язку без пам'яті [2, 4, 5]. Але на практиці в більшості випадків мають справу з асиметричними каналами передачі, для яких ймовірності p_{01} і p_{10} помилкових переходів ($0 \rightarrow 1$) та ($1 \rightarrow 0$) не рівні один одному. Тому проведення оцінки ошібнообнаружівующей здатності кодів з перевіркою на парність (непарність) і її аналіз для випадку довічного асиметричного каналу передачі являє собою актуальну задачу.

Використовуючи ознака парності числа k одиниць як ознака еквівалентності, безліч U всіх можливих n -розрядних двійкових комбінацій, що представляється як універсум, можна розбити на класи A і B - непересічні підмножини довічних слів з парними і непарними числами одиниць відповідно: $U = A \cup B$. Очевидно, що для коду з перевіркою на парність підмножина A являє собою клас дозволених, а підмножина B - клас заборонених комбінацій. Для коду з перевіркою на непарність підмножини A і B міняються місцями. В якості

					ЕЛІТ 8.171.00.10.267 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

$$R_3 = \sum_{\alpha=0}^{\lfloor \frac{m-1}{2} \rfloor} \sum_{\beta=0}^{\lfloor \frac{k}{2} \rfloor} C_m^{(2\alpha+1)} C_k^{2\beta} \quad (1.13)$$

при непарних q_{01} та парному q_{10} , і дорівнює

$$R_4 = \sum_{\alpha=0}^{\lfloor \frac{m}{2} \rfloor} \sum_{\beta=0}^{\lfloor \frac{k-1}{2} \rfloor} C_m^{2\alpha} C_k^{(2\beta+1)} \quad (1.14)$$

при парному q_{01} і непарному q_{10} , де $a_i \in A$ і $b_x \in B$, n – розрядність слів; k – число двійкових одиниць, $m = n - k$.

Також можна показати, що $R_3 + R_4 = 2^{n-1}$.

1.2.4 Ймовірності необнаруживаемий і виявленої помилок.

Для аналізу помилковиявляємої здатності коду з бітом паритету розглядається асиметрична двоичная модель каналу передачі інформації без пам'яті як найбільш часто використовувана на практиці. Модель такого каналу задається перехідними ймовірностями p_{01} і p_{10} , де $p_{00} = 1 - p_{01}$ і $p_{11} = 1 - p_{10}$.

Для кодової комбінації a_i і b_x з бітом паритету ймовірність переходу виду $a_i \rightarrow a_j$ і $b_x \rightarrow b_y$ при заданих n і k , где $i \neq j$; $x \neq y$; $i, j, x, y = 1, \dots, (2^{n-1}-1)$ та $a_j \sim a_i$, $b_y \sim b_x$, для асиметричного довічного каналу без пам'яті дорівнює

$$V_k = \sum_{\alpha=0}^{\lfloor \frac{m-1}{2} \rfloor} \sum_{\beta=0}^{\lfloor \frac{k-1}{2} \rfloor} C_m^{2\alpha+1} C_k^{2\beta+1} p_{00}^{[m-(2\alpha+1)]} p_{01}^{(2\alpha+1)} p_{11}^{[k-(2\beta+1)]} p_{10}^{(2\beta+1)} + \sum_{\alpha=0}^{\lfloor \frac{m}{2} \rfloor} \sum_{\beta=0}^{\lfloor \frac{k}{2} \rfloor} C_m^{2\alpha} C_k^{2\beta} p_{00}^{[m-2\alpha]} p_{01}^{2\alpha} p_{11}^{[k-2\beta]} p_{10}^{2\beta} - p_{00}^m p_{11}^k. \quad (1.15)$$

Для кодової комбінації a_i і b_x с бітом паритету вероятность перехода вида $a_i \rightarrow b_x$ или $b_x \rightarrow a_i$ при заданных n и k , где $i, x = 1, \dots, 2^{n-1}$, для асиметричного двоичного канала без памяти равна

$$Z_k = \sum_{\alpha=0}^{\lfloor \frac{m-1}{2} \rfloor} \sum_{\beta=0}^{\lfloor \frac{k}{2} \rfloor} C_m^{(2\alpha+1)} C_k^{2\beta} p_{00}^{[m-(2\alpha+1)]} p_{01}^{(2\alpha+1)} p_{11}^{[k-2\beta]} p_{10}^{2\beta} + \sum_{\alpha=0}^{\lfloor \frac{m}{2} \rfloor} \sum_{\beta=0}^{\lfloor \frac{k-1}{2} \rfloor} C_m^{2\alpha} C_k^{(2\beta+1)} p_{00}^{[m-2\alpha]} p_{01}^{2\alpha} p_{11}^{[k-(2\beta+1)]} p_{10}^{(2\beta+1)}. \quad (1.16)$$

Для коду з бітом паритету $V_k + Z_k + p(a_i \rightarrow a_i) = 1$.

При заданій моделі каналу (відомих p_{01} і p_{10}) ймовірності V_k, Z_k , і $p(u_i \rightarrow u_i)$ є величинами, залежними від властивостей n і k довічного слова u_i , поява якого, в свою чергу, залежить від розподілу ймовірностей $p(u_i)$ джерела інформації. Таким чином, для коду з бітом паритету при заданих джерелі інформації і каналі передачі ймовірності правильної передачі $P_{ПР}$, помилок що не виявляються $P_{но}$ і виявляються $P_{об}$ відповідно рівні

$$P_{i\delta} = p(u_i)p(u_i \rightarrow u_i), \quad P_{i\hat{1}} = \sum_{i=1}^{|U|} p(u_i)V_k, \quad P_{i\hat{a}} = \sum_{i=1}^{|U|} p(u_i)Z_k.$$

Очевидно, що сума цих ймовірностей також дорівнює 1.

Для відомого джерела інформації Бернуллі ймовірність $p(u_i(k))$ появи довічного слова u_i з числом k одиниць має вигляд

$$p(u_i(k)) = p_1^k p_0^{n-k},$$

де p_1 – ймовірність появи двійкової одиниці;

p_0 – ймовірність появи двійкового нуля.

З огляду на, що число n -розрядних комбінацій з k одиницями – C_n^k , для такої моделі як джерело Бернуллі визначаємо

$$P_{i\delta} = p(u_i(k))p(u_i \rightarrow u_i), \quad P_{i\hat{1}} = \sum_{j=0}^k P_j V_j, \quad P_{i\hat{a}} = \sum_{j=0}^k P_j Z_j,$$

где $P_j = C_n^j p_1^j p_0^{n-j}$ – вероятність признака $j = 0, \dots, k$ класу еквівалентності, який являє собою число двійкових одиниць в u_i .

На рисунку 1.2 наведені графіки залежності $V_k = f(p_{01})$ при відомих n, k та q_{01} .

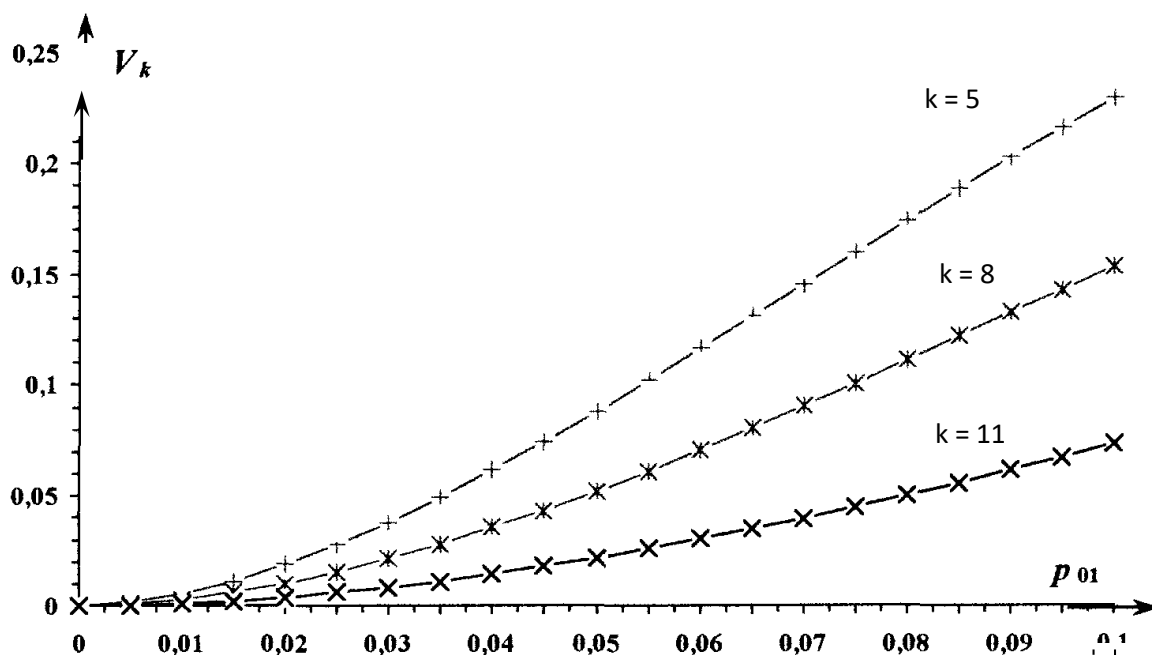


Рисунок 1.2 – Залежності V_k від імовірності p_{01} при $n = 16$ та $p_{10} = 0,0001$

На рисунку 1.3 приведені графіки $V_k = f(k)$ при заданих n , p_{01} та p_{10} .

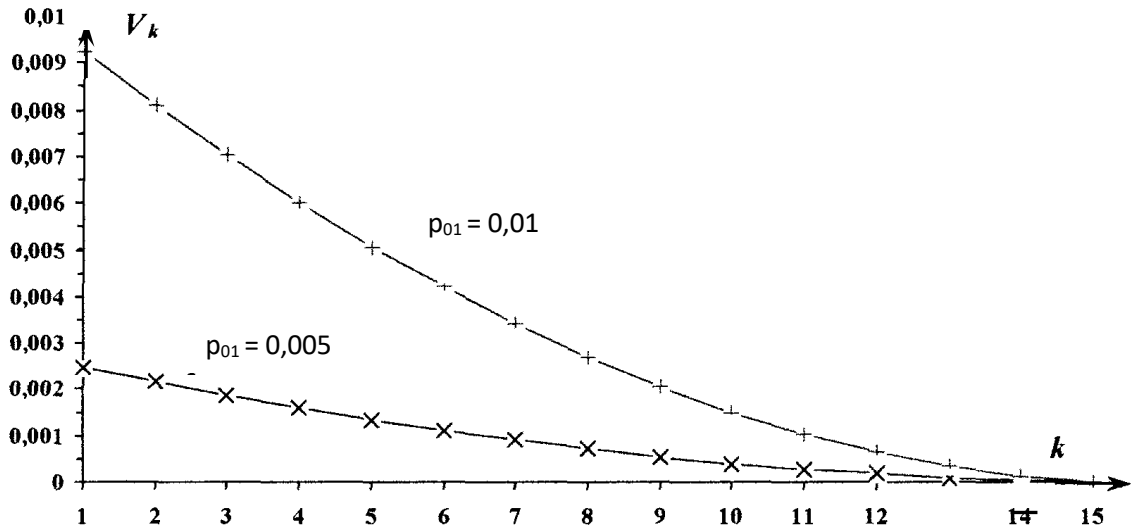


Рисунок 1.3 – Залежно V_k від числа k в кодової комбінації з бітом паритету при $n = 16$ та $p_{01} = 0,0001$

На малюнку 1.4 наведено графіки залежності $P_{no} = f(p_0)$ при відомих n , p_{01} , p_{10} для різних розподілів ймовірностей джерела інформації Бернуллі.

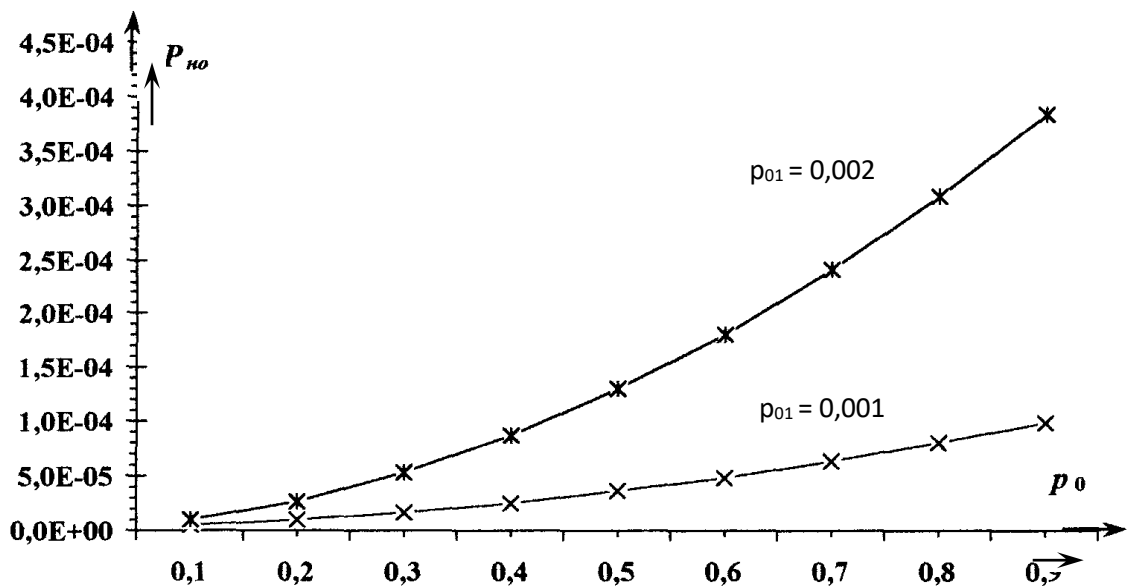


Рис. 1.4 – Залежності P_{no} при відомих n , p_{01} , p_{10} для різних розподілів ймовірностей джерела Бернуллі

1.2.5 Висновки науково-дослідницької частини.

Таким чином, для коду з бітом паритету проаналізовані ймовірності V_k необнаружіваний і Z_k виявленої помилки, які в сукупності характеризують

ошибкообнаруживающую способность коду как для случая асимметричного, так и для случая симметричного канала без памяти. Полученные оценки (1.15) и (1.16) для кодов с битом паритета позволяют выделить область эффективного использования одного из наиболее широко применяемых кодов и провести сравнительную оценку кода с битом паритета с другими кодами в зависимости от модели канала передачи.

					ЕЛІТ 8.171.00.10.267 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

1.3 Розробка структурної схеми та алгоритму роботи цифрового каналу зв'язку

1.3.1 Вибір способу захисту даних.

При проектуванні систем передачі даних і цифрових каналів зв'язку розглядають кілька способів підвищення достовірності передаваної інформації. Одним з найбільш часто вживаних є введення надлишкових службових символів в переданий по каналу зв'язку пакет. За допомогою цієї надлишкової інформації можна виявити і виправити ті помилки, які з'явилися в переданому повідомленні. Одним з основних структурних елементів цифрового каналу є пристрій захисту від помилок (ПЗВП).

Розділяють два основних види пристроїв захисту від помилок - сімплексні і дуплексні. Основна відмінність дуплексних пристроїв полягає в тому, що вони володіють зворотним зв'язком.

У симлексних (односторонніх) ПЗВП (пристроях захисту від помилок) захистити передане повідомлення можна трьома основними способами:

- багаторазове повторення символів;
- одночасна передача однієї і тієї ж інформації по декількох паралельних каналах;
- застосування кодів, що виправляють помилки.

Багаторазове повторення є найбільш простим способом підвищення вірності переданого повідомлення, суть цього методу полягає в тому, що передавач посилає в канал зв'язку непарне число раз одну і ту ж інформацію, а на приймальній стороні відбувається порівняння між собою однойменних кодових комбінацій (або розрядів). Споживачеві ж буде видано то повідомлення (або біт), який був прийнятий більше число раз. Це так званий мажоритарний метод. Цей метод є найбільш простим, однак має той недолік, що різко зростає кількість інформації, що передається і час коректної передачі одного масиву.

Передача однаковою інформації по декількох каналах по завадостійкості еквівалентний способу багаторазової передачі. Даний метод швидше, ніж попередній, так як непарне число повідомлень передається одночасно відразу по декількох каналах зв'язку. Недолік даного методу полягає в тому, що такі системи передачі даних мають високу вартість, внаслідок великого числа використовуваних каналів.

					ЕЛІТ 8.171.00.10.267 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

Третій, найбільш ефективний метод захисту від помилок в симплексних системах передачі даних, заснований на використанні кодів з виправленням і виявленням помилок. В цьому випадку передається блок крім інформації, що передається буде також містити і перевірочні біти, які формуються кодує пристроєм на підставі інформаційних розрядів за певними правилами. А вже на приймальній стороні за тими ж правилами відбувається декодування і оцінка отриманої інформації, перевіряється наявність помилок і їх виправлення. У таких системах передачі даних ймовірність помилкового прийому залежить не тільки від ймовірності помилки в дискретному каналі, а й від застосовуваного коду.

Так як в завданні до випускний роботі немає додаткових відомостей про додаткове числі каналів, тобто передбачається до використання один канал передачі даних, вибрати необхідно між першим і другим способом захисту інформації від помилок. До того ж одночасна передача однієї і тієї ж інформації по декількох каналах використовується досить рідко.

Для аналізу можливості застосування мажоритарного методу передачі інформації, перш за все, необхідно проаналізувати час, витрачений на повторну передачу однієї і тієї ж інформації. Ймовірність помилкового прийому символу P_{kk} , що складається з n_k -розрядної комбінації, при, як мінімум, триразовому повторенні і побайтне порівнянні не перевищує величини, яка визначається за формулою [1, 2]:

$$P_{kk} = 3 \cdot n_k \cdot P_o^2,$$

де P_o – ймовірність помилкового прийому одиничного елемента.

Для заданої швидкості передачі 1200 бит / с максимальна затримка видачі інформації споживачеві t_z складе не менше 20 мс, що є неприпустимим згідно з отриманим завданням ($t_z = 15$ мс). Так як заданий пакет помилок величиною 8 біт, то величина n_k повинна складати як мінімум два байта, що також збільшить тривалість повторюваного повідомлення. Тому можна стверджувати, що застосування мажоритарного методу для розроблюваного цифрового каналу зв'язку важко.

Таким чином, для захисту даних в розробляється цифровому каналі слід застосовувати коди з виправленням помилок. Для даного випадку це буде самий доцільний спосіб збереження достовірності передаваної інформації.

					ЕЛІТ 8.171.00.10.267 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

В односторонніх системах передачі даних при виборі коригуючого коду для ПЗВП доводиться розраховувати на гірше стан цифрового каналу, тобто надмірність в таких системах є постійною, незалежно від того, є помилки в каналі чи ні. Недоліком такого роду ПЗВП є також те, що різко зростає складність апаратури зі збільшенням кількості виправляє помилок. Істотне зниження витрат апаратури може бути досягнуто за рахунок використання в якості кодують і декодер вузлів мікропроцесорів.

При наявності симплексних каналів зв'язку особливу увагу необхідно звернути на характер групування помилок. У разі появи пакетних помилок часто використовують циклічні коди. Для вибору різновиду циклічних кодів треба проаналізувати параметри переданого повідомлення, характер групування помилок, визначити параметри передбачуваного коду і проаналізувати отриману надмірність, щоб вона не перевищувала мінімально допустимих значень. В даному випадку доцільно застосувати коди Файра [1].

1.3.2 Синтез алгоритму роботи цифрового каналу.

Алгоритм роботи пристрою захисту від помилок як основного елемента цифрового каналу обумовлений функціями, які повинні їм виконуватися. Застосування мікропроцесорного управління роботою пристрою дозволяє знизити апаратні витрати пристрої, проте в той же час, трохи уповільнює процес обробки отриманих даних в зв'язку зі зверненням до запам'ятовуючим і зовнішніх пристроїв. Ряд послідовно виконуються дій буде проводитися програмно.

В цілому, порядок роботи цифрового каналу буде складатися з двох основних частин: прийом і обробка переданого на ПЗВП повідомлення з формуванням всієї службової інформації та кодування отриманого повідомлення з метою захисту інформації від помилок.

Тому на початку роботи ПЗВП необхідно записати інформацію про початок блоку даних і порядковий номер даних в оперативний пристрій, щоб потім ця інформація пішла на чолі блоку в лінію зв'язку. Після цього слід очікувати запиту на переривання на вхід RST процесора. Такий запит буде свідчити про те, що пристрій стиснення даних або пристрій сполучення має інформацію, яка потребує захисту від помилок, яка повинна бути передана на розроблювальний пристрій. Якщо такий запит на передачу не з'явився, пристрій знаходиться в стані очікування до його появи. Якщо отримано підтвердження

					ЕЛІТ 8.171.00.10.267 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

запиту на передачу, значить далі необхідно вважати прийшли дані з порту (блоку буферних регістрів). Коли порція інформації отримана, її необхідно кодувати, на що піде певний час. Протягом цього часу інформація не повинна надходити на пристрій захисту від помилок, тому необхідно видати сигнал зайнятості ПЗВП, що забороняє передачу даних з пристроєм стиснення інформації або пристроєм сполучення. Далі відбувається процес кодування по порціях, що надходить, з подальшим зняттям сигналу зайнятості пристроєм захисту від помилок. Коли після цього програмний лічильник байтів дорівнює ємності повідомлення, можна записувати в ОЗП перший результат кодування і, як результат - число перевірючих біт. Якщо ж лічильник байтів не відповідає ємності переданого повідомлення, тоді процес слід повторити спочатку. Таким чином, якщо отримані дані про те, що всі байти блоку отримані і оброблені, інформаційна та перевірюча частина блоку сформована, тоді до цієї інформації можна дописувати комбінацію кінця блоку.

Після завершення процесу формування повідомлення виникає необхідність в його передачі наступним вузлів системи передачі даних. Слід зазначити, що після розроблювального пристрою захисту від помилок можна знайти в апаратної ланцюга поставлений модулятор, тому необхідно перевірити готовність цього вузла. Якщо модулятор готовий до роботи по подальшій обробці інформації, то у вихідний порт або у вихідні регістри слід видати двійкову комбінацію - маркер. Причому передана маркерная комбінація повинна з певною ймовірністю досягти пристрої захисту від помилок приймача. З цією метою фазує комбінацію слід передавати кілька разів (слідуючи отримання мінімальної ймовірності помилкового фазировання або відповідно до мажоритарних методом передачі інформації). Якщо число передач фазує комбінації відповідає заданому, тоді слід ще одна перевірка модулятора. Це необхідно, так за час передачі фазує комбінації і перевірити, скільки передач могли статися збої в роботі модулятора, а його робота повинна бути надійною, тому що це обумовлює подальшу цілісність і збереження сформованого блоку до передачі в канал зв'язку. Якщо модулятор і в цьому випадку підтверджує свою працездатність, тоді відбувається передача першої порції сформованого блоку. Якщо працездатність модулятора не підтверджена, тоді пристрій захисту від помилок буде знаходитися в очікуванні сигналу готовності від модулятора. Як тільки такий сигнал прийде, пристрій захисту від помилок буде передавати захищене повідомлення на цей вПЗВПл.

					ЕЛІТ 8.171.00.10.267 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

Передача відбувається побайтно, при цьому відбувається перевірка лічильника байтів. Якщо число лічильника байтів дорівнює величині блоку, тоді необхідно провести перевірку числа блоків, що виражається у привласненні блоку чергового, наступного по порядку номера, причому цей процес буде повторюватися циклічно. У той момент, коли номер блоку прийме максимальне обумовлене значення, лічильник блоків повинен обнулитися, коли ота жінка не вичерпалися прийняті номери блоків, тоді повинна відбуватися інкрементація лічильника. У тому чи іншому випадку, дані операції є заключними в циклі, а пристрій має почати обробку наступного блоку. Таким чином, алгоритм має замкнуту структуру і при нормальній роботі всіх компонентів пристрою, буде виконуватися циклічний процес отримання, обробки і передачі даних в розробляється пристрої. Далі, на підставі розробленого алгоритму роботи необхідно розробити структурну схему пристрою, що виконує даний алгоритм. Також виконання більшості алгоритмічних ланцюжків в цьому пристрої буде здійснюватися програмним шляхом.

1.3.3 Синтез структурної схеми цифрового каналу зв'язку.

Як і будь-яке пристрій з мікропроцесорним управлінням, розробка матиме строго певну структуру. Оскільки дане ПЗВП буде використовуватися в якості вузла системи передачі даних, то воно повинно бути побудовано таким чином, щоб забезпечувати прийом даних, що надходять, їх обробку і передачу на наступні вузли системи, тобто у пристрої крім власних окремих функцій (кодування даних) з'являються функції сполучення з іншими вузлами. У цьому випадку використання мікропроцесорного управління є досить зручним варіантом, так як вся службова інформація може бути або згенерована процесором (інкрементація різних лічильників, контроль обсягу поступаючої інформації), або взята їм з постійного пам'яті. Застосування мікропроцесорної системи забезпечує також зберігання досить великого масиву даних протягом заданого періоду часу, завдяки застосуванню постійного і оперативного запам'ятовуючих пристроїв. Перезаписувані постійні запам'ятовуючі пристрої можуть також забезпечити зміну керуючої програми для удосконалення роботи пристрою захисту від помилок або для розширення його функціональних можливостей (наприклад, зв'язок з персональним комп'ютером). Застосування мікропроцесорної системи, однак, має кілька недоліків [7]. Перш за все, це досить велика споживана потужність, витрати часу на розробку, налагодження

					ЕЛІТ 8.171.00.10.267 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

та контроль за виконанням програмного забезпечення, тимчасові затримки, пов'язані зі зверненням до запам'ятовуючим і зовнішніх пристроїв. Однак для даного випадку обробки і кодування досить великого обсягу інформації, зберігання масивів даних, все ж доцільніше застосовувати мікропроцесорне управління розробляються пристроєм.

Структурна схема цифрового каналу зв'язку показана на рисунку 1.5. Тут наведені основні вузли розроблювального пристрою і вказані основні зв'язки між ними.

Центром розроблювального пристрою, як, втім, і будь-який процесорної системи буде центральний процесорний блок, який включає в себе сам процесор, основні елементи, що забезпечують його роботу, схему скидання. Для завдання тактової частоти роботи мікропроцесора необхідно використовувати тактовий генератор, що задає частоту роботи всієї системи.

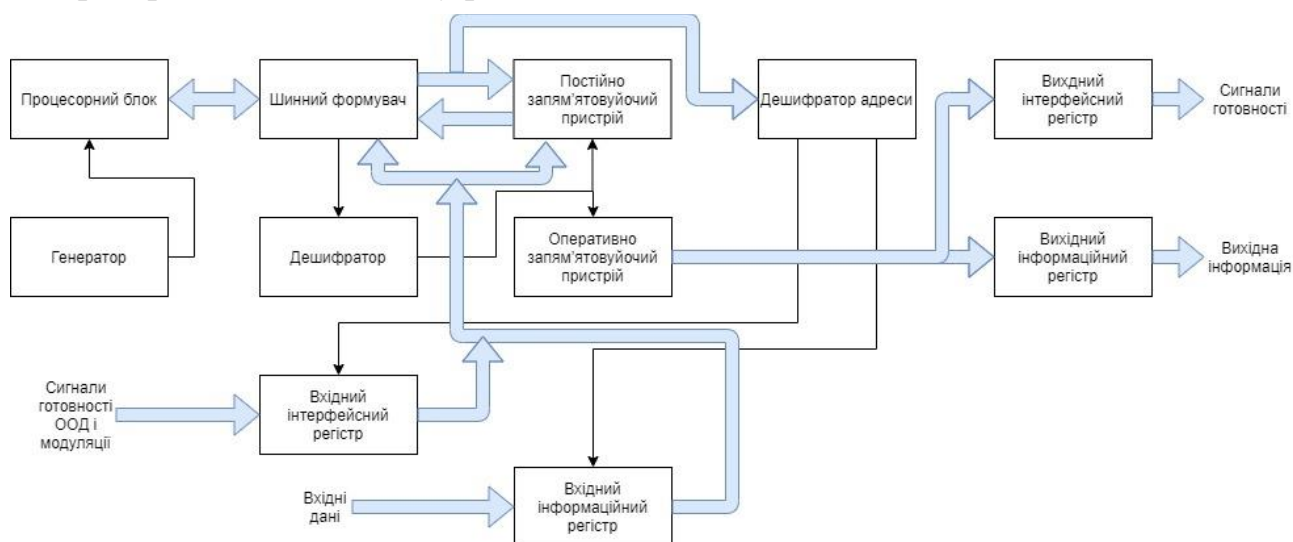


Рис.1.5 – Структурна схема цифрового каналу зв'язку

Для виділення шини даних і адресної шини, використовуються шинні формувачі. У цей блок слід також віднести мультиплексор, що виробляє службові сигнали для управління обміну читанням / записом в зовнішні і пристрої, що запам'ятовують. Саме з цього блоку будуть надходити сигнали на дешифратор доступу до запам'ятовуючим пристроям. Функція даного дешифратора - забезпечити чітко визначений доступ або до мікросхемі постійного пам'яті, або до оперативного запам'ятовуючого пристрою. Таким чином, сигнали з дешифратора будуть керувати доступом процесора до мікросхем пам'яті. Так як в цьому пристрої будуть використовуватися регістри для проміжного зберігання інформації, то по відношенню до мікропроцесорній блоку їх слід розглядати як зовнішні пристрої. Значить, доступ до них необхідно

забезпечити по строго певною адресою. Для цієї мети і служить дешифратор адреси зовнішніх пристроїв. За адресою, що надходить на його входи, зовнішні пристрої (регістри) будуть підключатися до центрального процесорного блоку, між ними буде відбуватися обмін даними [4].

Оперативне і постійне запам'ятовуючий пристрій через шинні формувачі також будуть пов'язані з мікропроцесором, які здійснюють обмін даними в системі. Весь обмін даними відбуватиметься через шину даних. На неї будуть надходити вхідні інформаційні комбінації, які потім будуть оброблятися процесором. Результат обробки даних (кодування) і інформаційна послідовність будуть записуватися в оперативний пристрій, а потім будуть видаватися в канал зв'язку. У технічному завданні на випускні роботу не вказано, в якому саме вигляді, що стоїть за пристроєм захисту від помилок апаратура (модулятор) буде сприймати дані. Природно, в канал зв'язку дані повинні надходити в послідовному коді, але, можливо модулятор буде сприймати дані паралельно, тобто порціями побайтно або навіть по кілька байт. Тому в розробляється пристрої дані будуть подаватися на паралельний регістр і видаватися побайтне блоками. Якщо модулятор повинен сприймати послідовний код, то на його вході рекомендується поставити зсувний регістр.

Постійний запам'ятовуючий пристрій необхідно в ПЗВП для зберігання обслуговуючої програми і деяких стандартних комбінацій, таких як послідовність "Початок блоку" і "Кінець блоку", а також фаза комбінації, номера блоку. Ємність постійного пам'яті повинна бути достатньою для зберігання всієї цієї інформації. Службова інформація, що зберігається, в постійному пристрої, що запам'ятовує під час роботи програми буде неодноразово записуватися в оперативний пристрій при формуванні блоку повідомлення. Обмін буде проводитися через регістри загального призначення мікропроцесора.

					ЕЛІТ 8.171.00.10.267 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

1.4 Розробка функціональної схеми цифрового каналу зв'язку

1.4.1 Розробка формату повідомлення.

В процесі розробки цифрового каналу зв'язку необхідно ПЗВП спроектувати таким чином, щоб забезпечити необхідну стійкість при максимальній ефективній швидкості передачі даних. Стійкість і ефективна швидкість залежать від надмірності переданих повідомлень, причому зі збільшенням надмірності стійкість підвищується, а ефективна швидкість падає.

Для блокових кодів, при яких кодування та декодування здійснюються незалежно для кожної кодової комбінації (блоку), надмірність R визначається за формулою [1]:

$$R = 1 - \frac{k}{n_a} = \frac{r}{n_a}, \quad (1.17)$$

де k – кількість інформаційних елементів;

n_a – загальне число елементів в блоці;

r – число перевірочних елементів.

Ефективна швидкість передачі інформації $V_{\text{эф}}$ при цьому дорівнює:

$$V_{\text{эф}} = \frac{n_a - r}{n_a \cdot \tau_i} = V \left(1 - \frac{r}{n_a} \right) = V(1 - R), \quad (1.18)$$

де V – швидкість передачі, біт / с, чисельно рівна для довічних систем швидкості модуляції B ($B = 1 / \tau_o$).

Слід також врахувати, що в реальних системах передачі даних ефективна швидкість буде менше, за рахунок передачі в каналі крім перевірочних елементів додаткової службової інформації, що складається з $n_{\text{сл}}$ біт, тобто

$$V_{\text{эф}} = \frac{n_a - r - n_{\text{сл}}}{n_a \cdot \tau_o} = V \left(1 - \frac{r + n_{\text{сл}}}{n_a} \right) \quad (1.19)$$

Для підвищення ефективності передачі даних метод кодування слід вибирати таким чином, щоб задана завадостійкість забезпечувалася при мінімальному числі перевірочних елементів r , то ж відноситься і до службових знаків. Величина r залежить від використовуваного коду, який вибирається виходячи з необхідної ймовірності помилкового прийому кодової комбінації і характеру помилок в дискретному каналі [1].

Передача повідомлень від відправника до одержувача зазвичай здійснюється по блоках. Блок може містити десятки і сотні символів. Збільшення

довжини блоку веде до підвищення числа перевірочних елементів r , але r збільшується повільніше n_b . Тому якщо необхідно забезпечити максимальну ефективну швидкість передачі інформації, то потрібно збільшувати довжину блоку. Оптимальна величина блоку визначається з графіка залежності $V = f(n_b)$. Доцільною ефективною швидкістю вважається $V_{эф} = (0,90 \div 0,95)V$, бит/с.

З метою запобігання втрати блоку або вставки кожному блоку слід привласнювати певний порядковий номер, а на приймальній стороні контролювати дотримання черговості їх надходження. При цьому необов'язково робити наскрізну нумерацію блоків для всього переданого масиву. Кількість номерів має бути на одиницю більше числа повторюваних блоків при виявленні помилок, таким чином, досить через певний цикл (3-6 блоків) циклічно повторювати ці номери. Це дозволяє зменшити число елементів НИ, що виділяються для кодування номерів блоків [1].

Крім номера блоку в блок можуть бути введені комбінації, що позначають початок і кінець блоку, що складаються відповідно з n_n і n_k біт. Ці комбінації для коду, використовуваного для передачі даних, мають стандартні значення, які і будуть використовуватися: 0000010 - початок блоку і 0000011 - кінець блоку.

До складу службових символів блоку може входити фаза кодова комбінація, що складається з 1 одиничних елементів. Вона служить для синхронного перемикавання зрадника і синхронного розподільників. Загальна кількість службових біт $n_{сл}$ дорівнює сумі:

$$n_{сл} = n_n + n_n + n_k + 1. \quad (1.20)$$

Виходячи з отриманої інформації, необхідно розробити формат тих блоків повідомлень, які будуть передаватися в канал зв'язку.

Перш за все, необхідно визначити число перевірочних елементів. А так як це надлишкова інформація у блоці, то необхідно буде також оцінити відсоток надмірності, тобто порівняти кількість інформаційних і перевірочних біт.

Циклічні коди знаходять найбільше поширення в різних системах передачі даних, що обумовлено їх високими коректуючими властивостями, порівняно простою реалізацією, досить невеликий (в порівнянні з довжиною блоку) надмірністю. Особливо вони ефективні при виявленні пакетів помилок. Циклічні коди відносяться до блокових систематичних кодів, в яких кожна комбінація кодується самостійно у вигляді блоку таким чином, що інформаційні k і перевірочні r елементи завжди знаходяться на певних місцях [1]. Для спрощення процедури кодування та декодування перевірочні біти розміщують в кінці блоку.

					ЕЛІТ 8.171.00.10.267 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

Кодування переданого повідомлення здійснюється множенням двійковій послідовності $G(x)$ на многочлен x^c , який має ту ж ступінь, що і утворюючий поліном $P(x)$, з додаванням до цього твору залишку $R(x)$, отриманого після поділу праці $G(x) \cdot x^c$ на поліном, що утворює, тобто передане в канал зв'язку повідомлення $F(x)$ має вигляд

$$F(x) = G(x) \cdot x^c + R(x). \quad (1.21)$$

При декодуванні прийнята послідовність $F(x)$ знову ділиться на який утворює поліном $P(x)$. Отриманий нульовий залишок $R(x) = 0$ свідчить про відсутність помилок в прийнятому блоці, а відміну від нуля - про наявність помилок. Аналізуючи залишок, можна визначити номери перекручених розрядів і скорегувати їх.

Для побудови циклічних кодів в якості утворюють поліномів використовуються многочлени. Існує безліч різновидів циклічних кодів, але так як за завданням потрібно виправлення пакетних помилок, то вибір коду для вирішення безпосередньо поставленого завдання треба здійснювати між кодами, здатними виправляти саме такі пакетні помилки. Одним з таких кодів, які є різновидом циклічних, є код Файр. Цей код є досить поширеним для виправлення пакетних помилок. Він також володіє не якими перевагами, що дозволяють використовувати його в системах передачі даних. Яка виявляє і виправляє здатності даного коду можна регулювати залежно від технічних вимог до систем передачі.

Утворює поліном $P_f(x)$ визначається виразом

$$P_f(x) = P(x) \cdot (x^c + 1), \quad (1.22)$$

де $P(x)$ – многочлен ступеня m .

Як видно з цієї формули, загальний утворює поліном може бути отриманий множенням більш простого полінома на многочлен необхідного ступеня, яка визначається виходячи з вимог до яке свідчить про та виправляє здатності коду. Коди Файр можуть виправляти і виявляти одиночний пакет помилок довжиною b_i і додатково виявляти пакет довжиною b_o за умови

$$c = b_i + b_o - 1, \quad m = b_i. \quad (1.23)$$

При цьому вводиться додатковий параметр для коду - число e , де значення $e = 2^m - 1$, і з не має ділитися на e без залишку. Якщо застосовувати ці коди лише для виявлення помилок, то можна виявити будь-який одиночний пакет помилок,

					ЕЛІТ 8.171.00.10.267 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

довжина якого менше або дорівнює числу перевірочних елементів, а число перевірочних елементів r визначається за формулою:

$$r = c + m. \quad (1.24)$$

Далі, відповідно до параметрів коду вибирається не приводиться многочлен. А вся довжина блоку n дорівнює найменшого спільного кратного чисел z і e :

$$n = \text{НОК}\{e, c\}. \quad (1.25)$$

За розглянутої структури кодів можна сформуванати блок інформації, завадостійке кодування якої буде здійснено за допомогою кодів Файра.

Так як згідно з технічним завданням характер групування помилок - пачки по 8 перекручених біт, то можна відразу визначити, що число перевірочних біт r повинно становити, як мінімум 8, тобто $8^X r$. Природно загальний утворює поліном повинен мати старшу ступінь, рівну по крайній мере восьми. Согласно технического задания, e дані лише про байтним пакеті помилок, тобто не потрібно додатково виявляти ще якісь помилки, а необхідно виявити і виправити пакет, максимальна величина якого може дорівнювати 8 бітам. Тому при розрахунку параметрів коду необхідно використовувати лише величину b_n , а b_0 прийняти рівною нулю.

Тоді згідно з умовою (1.23) можна визначити необхідну величину c при $b_n = 8$:

$$c = b_n - 1. \quad (1.26)$$

З виразу (1.26) мінімально допустиме значення $z = 7$. Згідно з тим же умові (1.23) $m = 8$. Знаючи ці значення, неважко визначити число перевірочних біт. Згідно (1.24) $r = 15$. Таким чином, можна визначити, що утворює поліном буде мати старшу ступінь, рівну п'ятнадцяти, а це не суперечить прийнятим спочатку розрахунку параметрів.

Тепер для формування інших параметрів коду необхідно визначити величину e . Для обраного m величина e може бути отримана з наступного виразу: $e = (2^m - 1) = (2^8 - 1) = 255$.

Зная значення параметров c і e , можна определити общую длину блока.

За формулою (1.25) можна визначити $n = \text{НОК}\{255, 7\} = 1785$. Щоб зручніше було оперувати з даними числом, необхідно вибрати його кратним байту 1 784 (223 байт). Довжину блоку неприпустимо зменшувати лише до таких меж, що це позначиться на обсязі надлишкової інформації (число біт. Якої залишається незмінною) щодо інформаційних біт. В даному випадку зменшення

					ЕЛІТ 8.171.00.10.267 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

не спричинить серйозних змін параметрів кодової комбінації. Згідно (1.25) дається лише оціночна довжина блоку. Кориговальні здатності такого укороченого циклічного коду і вихідного повністю збігаються. Такий укорочений код часто називають ОП евдоциклічеським.

Для того щоб визначити вид утворює полінома спочатку з відповідних таблиць вибирається поліном ступеня m . В даному випадку вибирається поліном $P(x) = x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$. Тоді загальний вигляд полінома коду Файра згідно (1.21) буде мати вигляд:

$$P_{\Phi}(x) = x^{15} + x^{11} + x^{10} + x^9 + x^8 + x^7 + x^4 + x^3 + x^2 + 1. \quad (1.27)$$

Згідно зі слів (1.27) видно, що число ненульових членів перевищує кодове відстань для заданої коректує здатності коду 9, що є необхідною умовою при виборі виду полінома.

Тепер необхідно визначити загальні параметри повідомлення і надмірність службової інформації. Число службових символів визначається за формулою (1.20). Тоді формат переданого повідомлення можна уявити на малюнку 1.6.

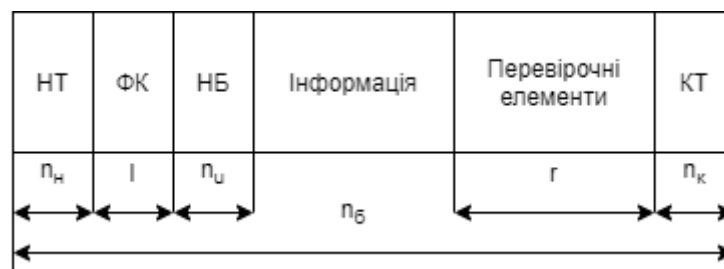


Рис. 1.6 – Формат блоку повідомлення

n_n - число розрядів комбінації, що позначає початок блоку; n_u - число розрядів комбінації, що позначає порядковий номер блоку; l - число розрядів фази комбінації; n_k - число розрядів комбінації, що позначає кінець блоку; r - число перевірок елементів; n_b - загальна довжина блоку.

Для визначення надмірності повідомлення необхідно підрахувати загальну кількість службових і перевірок елементів і співвіднести їх з інформаційними бітами в блоці. Відомо, що в якості стандартного рішення можна вибрати комбінації 0000010 - початок блоку і 0000011 - кінець блоку, тобто два байта займає інформація про визначення кордонів посилається повідомлення. Номер блоку вводиться з метою запобігання втрати блоку. Кожному блоку при передачі слід привласнювати певний порядковий номер. При цьому не обов'язково робити наскрізну нумерацію блоків для всього переданого масиву. Кількість номерів має бути на одиницю більше числа повторюваних блоків при виявленні помилок,

тобто досить через певний цикл повторювати ці номери. Тому для номера блоку досить зарезервувати три біта.

Для зменшення ймовірності помилкового виділення маркера при виборі його структури треба враховувати наступні положення. Структура маркерної комбінації не повинна бути однорідною, наприклад, складатися з одних лише нулів або одиниць. Розряди початку і кінця її повинні бути різними, наприклад, маркер виду 1011110 недоцільно застосовувати, він має однакові комбінації (на початку і кінці його 10). Структура фазує комбінації не повинна бути також строго регулярної, наприклад виду 11110000, так як спотворення навіть одного розряду може привести до утворення помилкової маркерної комбінації, освіченою частиною її розрядів, що складається з (1 - 1) біт і одного розряду двійковій послідовності, що входить до складу блоку. Довжину маркерної комбінації доцільно брати кратною байту або напівбайтів [1]. В даному випадку для розрахунку числа службових символів досить прийняти, що маркерная комбінація буде однобайтною. Число перевірочних елементів вже було визначено при розрахунку параметрів використовуваного перешкодостійкого коду. В даному випадку r дорівнюватиме п'ятнадцяти (можна при даних розрахунках прийняти шістнадцяти) біт. Тоді загальне число службових біт, згідно (1.20) дорівнюватиме $N_{сл} = 27$ біт. Ще необхідно врахувати п'ятнадцять біт перевірочних елементів. Таким чином, загальна надмірність блоку становитиме 42 біта. Так як вся довжина блоку складе 1784 біт, виходить 1742 біт інформаційних. Якщо позначити число всіх надлишкових біт як $N_{изб} = 42$, тоді надмірність переданого повідомлення буде дорівнює відношенню $N_{изб} / n_б = 42 / 1760 = 0,023$, що складе лише близько 2-3% від переданої інформації.

Тепер, знаючи всі параметри переданого блоку інформації можна оцінити ефективну швидкість передачі інформації $V_{эф}$ по каналу зв'язку. Для цього можна скористатися формулою (1.19), підставивши чисельні значення всіх параметрів:

$$V_{эф} = 1200 * (1 - (15+27)/1784) = 1171.$$

Ставлення $V_{эф}$ і заданої швидкості передачі даних (1200 біт / с) складе:

$$V_{эф} / V = 1171 / 1200 = 0,978,$$

що є допустимим для розроблюваного цифрового каналу зв'язку.

Для даного випадку слід розглянути порядок встановлення з'єднання між ПЗВП передавача і приймача цифрового каналу. Так як в технічному завданні вказана ймовірність помилкового запуску приймального пристрою, то необхідно

					ЕЛІТ 8.171.00.10.267 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

розрахувати всі величини, що забезпечують фазування за циклами із заданою вірогідністю. Так як в даному випадку використовується симплексний канал, то неможливо отримання інформації з боку приймача, що підтверджує встановлення або відсутність зв'язку.

Фазування по циклам являє собою процес примусового встановлення певного фазового співвідношення між розподільниками на передавальній і приймальній сторонах апаратури передачі даних. Для здійснення процесу фазировання на приймальній стороні необхідно мати відомості про фазі передавального розподільника. Ці відомості треба посилати на приймальню частину апаратури передачі даних на початку передачі, або протягом усього сеансу зв'язку. Способи фазировання по циклам можна розподілити на дві групи [1].

Безмаркерні (з одноразовим запуском), при яких під час передачі інформації фазує сигнали (маркери) не передаються, а фазування здійснюється за рахунок видачі в канал спеціальної фазує послідовності перед початком передачі повідомлення і в паузах між передачею окремих блоків інформації.

Маркерні (з безперервною синхронізацією), при яких протягом всього сеансу зв'язку по каналу зв'язку спільно з інформаційними сигналами передаються спеціальні кодові комбінації (маркери), які використовуються для фазування апаратури передачі даних по циклу.

Також розрізняють синхронні і Старто-стопні способи фазування. У синхронних цикли фіксованої довжини впливають безупинно один за одним, в зв'язку з чим їх початок і кінець в сфазірованому приймачі заздалегідь відомі. При стартстопному - цикл може починатися в довільний момент часу, а довжина його бути довільною. У проміжках між видачею блоків передавальний і прийомний розподільники знаходяться на "стопі". Запуск їх відбувається під дією команди "старт", яка подається перед початком блоку в канал зв'язку. Ця команда може бути представлена як окремим сигналом, так і кодовою комбінацією.

Згідно [1] застосування безмаркерного способу доцільно при довжині блоку інформації понад сто байт ($n_6 > 100$). В даному випадку доцільно застосувати як раз безмаркерний тип фазировання. Безмаркерне фазування реалізується декількома способами. Перш за все, це встановлення необхідної початкової фази реалізується шляхом передачі пускових (фазує) комбінацій. У системах односторонньої дії (як в даному випадку) пускова комбінація передається стільки раз, поки вона не буде зафіксована приймачем із заданою

					ЕЛІТ 8.171.00.10.267 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

вірогідністю. Очевидно, кількість переданої інформації в цьому випадку визначається максимальним рівнем завад в каналі зв'язку. Другий спосіб використовується в системах обміну інформацією, коли один і той же канал використовується для передачі інформації декільком споживачам, які мають різні адреси. Так як в завданні на роботу не обмовляється те, що є кілька споживачів, то можна зупинитися на першому варіанті безмаркерного фазування.

Таким чином, обрана маркерна комбінація виду 11001010 може бути передана по каналу як звичайна інформація, і умовою її обов'язкового прийому може служити передача по каналу непарної кількості разів. При триразовій передачі по заданому каналу, з урахуванням ймовірності помилкової реєстрації одинарного символу P_o , фазуюча комбінація може бути помилково прийнята з ймовірністю помилкової реєстрації знака в каналі зв'язку:

$$P_{kk} = P_{лф} = 3 \cdot n_{kk} \cdot P_o^2. \quad (1.28)$$

В даній формулі n_{kk} – довжина фазує комбінації, рівна байту. В результаті виходить, що ймовірність помилкової передачі такої комбінації (а значить і ймовірність помилкового фазування) становитиме 10^{-6} , що на порядок менше заданої величини ймовірності помилкового фазування ($P_{лф} = 3 \cdot 10^{-5}$). Це означає, що задана умова забезпечується.

1.4.2 Функціональна схема процесорного блоку і шинного формувача.

Процесорний блок є центральним блоком ПЗВП, що забезпечує управління і синхронізацію роботи всього цифрового каналу, прийом, видачу, зберігання і обробку даних. Видача даних після обробки здійснюється по локальній системній шині даних. Вибір блоків для спільної роботи, адресація осередків пам'яті з даними і кодами команд виконується за допомогою шини адреси. Керуючі сигнали в ПЗВП передаються за допомогою системної шини управління.

Функціональні рішення при побудові ПЗВП цифрового каналу в істотному ступені залежать від архітектурних характеристик застосовуваного мікропроцесорного комплексу (МПК) (типи і формат команд, структура системного інтерфейсу, режими роботи МП, види адресації і т.д.). Для реалізації процесорного блоку передбачається використання однокристального

					ЕЛІТ 8.171.00.10.267 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

мікропроцесора. При розробці процесора на основі МПК з однокристальними БІС необхідно вирішити завдання:

- розробки засобів синхронізації процесорного блоку;
- проектування інтерфейсу шин даних і адрес системної шини;
- проектування засобів управління і синхронізації операцій читання / запису на системній шині;
- проектування засобів доступу до системної шини;
- розробки засобів підтримки режимів роботи мікропроцесора.

Функціональна схема процесорного блоку наведена на малюнку 1.7.

Засоби синхронізації для процесорного блоку не розробляються, тому повинен бути використаний мікропроцесор DD1 з вбудованим генератором, що задає.

Склад і структура інтерфейсу системної шини визначається відповідно до організації і розрядністю шин адреси і даних, їх необхідної здатністю навантаження. Системна шина реалізується роздільної, тобто має окремо шину даних, шину адреси і шину управління. Для забезпечення більшої кількості функціональних можливостей мікропроцесора, і, отже, процесорного блоку пропонується використовувати мікропроцесор з напівсполучені шиною адреси і даних. Тоді інтерфейс адресної шини будується на основі буферного регістра DD2 адреси, інтерфейс шини даних - на основі двонаправленого шинного формувача DD3.

Засоби управління і синхронізації операцій читання / запису на системній шині реалізуються чотирьохканальним мультиплексором DD4, який організовує поділ керуючих сигналів -RD і -WR на сигнали -MEMR, -MEMW, -IOR і -IOW. Синхронізація операцій читання і запису провадиться синхронним способом, коли їх тривалість визначається тривалістю відповідних сигналів управління МП. Синхронний спосіб дає найбільшу пропускну здатність системної шини.

Системна шина вправляється мікропроцесором і додаткових коштів управління доступу немає потреби.

					ЕЛІТ 8.171.00.10.267 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

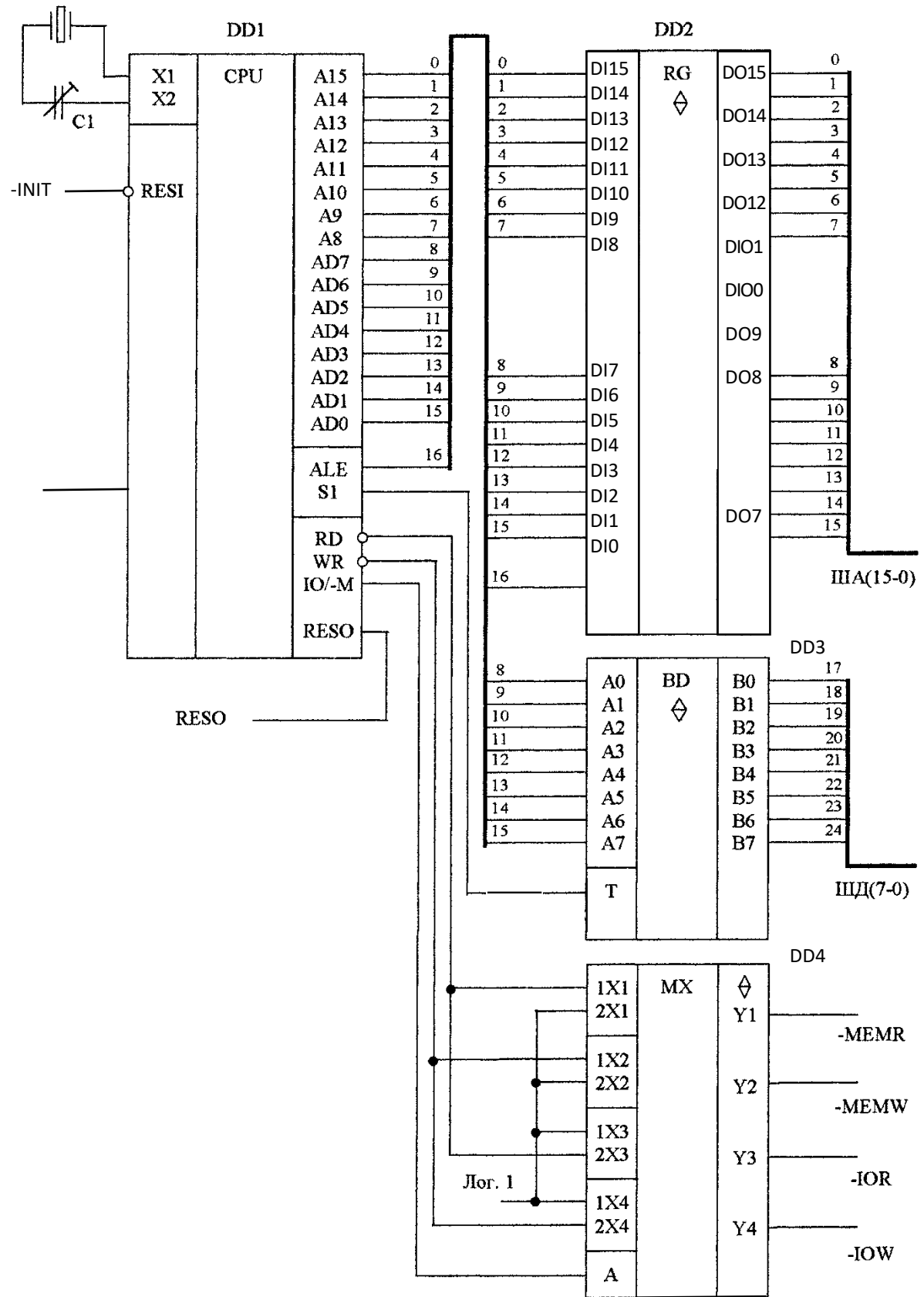


Рис. 1.7 – Функциональная схема процессорного блока

1.5 Розробка принципів схем блоків цифрового каналу зв'язку

1.5.1 Вибір елементної бази.

Для вирішення завдань подібного роду можливо кілька варіантів використання різної елементної бази. Все залежить від способу технічної реалізації процесу кодування і обробки отриманих даних. Також грає роль те, яким чином буде сформовано блок інформації.

Оптимальним вирішенням поставлених завдань є застосування мікропроцесорного управління пристроєм захисту від помилок цифрового каналу. Крім того, процесор бере на себе задачу формування послідовностей службових символів в інформаційному блоці, кодування вхідної інформації, забезпечення порядку пересилання даних, обслуговування зв'язків з іншими пристроями системи передачі інформації. Таким чином, застосування мікропроцесорного пристрою послужить рішенням відразу декількох поставлених завдань. В технічному завданні не вказано, за яких умов буде функціонувати даний цифровий канал і пристрій захисту від помилок зокрема. Тому для збільшення функціональних можливостей пристрою, можливо, буде потрібно досить великий обсяг як оперативної, так і постійної пам'яті для зберігання даних, що надходять, закодованих даних, перевірочних символів, програми обслуговування пристрою, а також іншої можливої інформації. Набрати такий обсяг пам'яті як в запам'ятовуючих пристроях на регістрах або тригерах буде конструктивно необгрунтовано. Аналогічна ситуація з зовнішніми пристроями. Здійснювати прийом, обробку і пересилку даних з буферних регістрів зручніше за допомогою мікропроцесора. Ще однією перевагою використання мікропроцесорної системи є гнучке програмне керування всіма процесами всередині розроблювального пристрою, що робить його також досить універсальним, так як зміна програмного забезпечення веде до зміни порядку роботи ПЗВП, способу його зв'язку з апаратурою передачі даних, способу кодування інформації. Це є важливим, так як зміна, наприклад, характеру групування помилок тягне за собою зміну способу кодування інформації для захисту від помилок. Однак за ці можливості доводиться платити більш низьким швидкодією в порівнянні з жорсткою логікою.

Важливо також правильно вибрати компоненти мікропроцесорної системи. Природно, починати добірку елементної бази слід починати з вибору самого процесора. Для вирішення завдань кодування досить використовувати

					ЕЛІТ 8.171.00.10.267 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

восьмизарядний процесор. Також бажано, щоб обраний процесор мав штатні входи обробки переривань. Так як вся мікропроцесорна система буде досить невеликий, а кількість переривань не перевищуватиме два-три, тобто використовувати контролер переривань не має сенсу. Відповідає вказаним попереднім вимогам мікропроцесор 80C85A.

Номенклатура інтегральних мікросхем малої і середньої ступенів інтеграції, які теж будуть використані в цифровому каналі, досить обширна. Ще в 80-х роках для побудови пристроїв автоматики і обчислювальної техніки широке застосування знаходили цифрові мікросхеми серії K155, які виготовляли за технологією транзисторних-транзисторної логіки (ТТЛ). При всіх своїх позитивних якостях ці мікросхеми мають великий споживаної потужністю. На зміну цій серії була розроблена і випущена нова серія K555, принципова відмінність якої - технологія ТТЛ з діодами Шоттки (ТТЛШ). В результаті при збереженні швидкодії вдалося істотно зменшити споживану потужність (в 4-5 разів) [8, 9].

Подальший розвиток мікросхемотехніки - розробка мікросхем серії КР1533. Їх основне експлуатаційне відмінність - в 1,5-2 рази менша споживана потужність, ніж у K555 при підвищенні швидкодії.

Для порівняння різних серій мікросхем в таблиці 1.2 наведені середні значення основних параметрів [8, 9, 10].

					ЕЛІТ 8.171.00.10.267 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

загальні для запам'ятовуючих і зовнішніх пристроїв сигнали читання / запису на виходи WR, RD, а для поділу доступу використовується вихід IO / M. Адресна шина полусовмещённая - на висновки A15 ... A8 виставляється адреса пристрою, що запам'ятовує або адреса зовнішнього пристрою A7 ... A0 на весь інтервал звернення до запминающому або зовнішнього пристрою, а на висновки AD7 ... AD0 - в режимі поділу часу спочатку адреса зовнішнього пристрою, що запам'ятовує A7 ... A0, а потім дані. Адреса на шині AD7 ... AD0 супроводжується адресним стробом на виході ALE, за яким він фіксується в зовнішньому регістрі. Стан процесора видається на виходи ST1, ST0, де ST0 визначає цикл записи, а ST1 - цикл читання.

Процесор має засоби обслуговування переривань з п'яти входів. Вхід INT призначений для маскованих векторних переривань при спільному використанні контролера переривань. За входів TRAP, RST5.5, RST6.5, RST7.5 звернення здійснюється за фіксованими адресами запомінающого пристрою 0024, 002C, 0034, 003C відповідно. Входи RST5.5, RST6.5, RST7.5 є програмно маскованими, вхід TRAP немаскіруемое і використовується для обслуговування аварійних ситуацій. Пріоритет входів переривань наступний: в порядку убунання TRAP, RST7.5, RST6.5, RST5.5, INT. Процесорний пристрій буде обслуговувати два переривання: запит на передачу від передбачуваного пристрої стиснення інформації та сигнал готовності модулятора, що говорить про початок передачі інформації, записаної в оперативному запам'ятовуючому пристрої.

1.5.3 Оперативне і постійне запам'ятовуючі пристрої.

Мікросхема ОЗП повинна володіти досить великим обсягом пам'яті для зберігання великого масиву даних, що обробляються. Сама мікросхема також повинна бути сумісна з мікропроцесором по логічним рівням, споживати якомога менше енергії.

В якості такої мікросхеми можна взяти мікросхему пам'яті 537PY10, ємністю 16 Кбіт (рисунок 1.9) [12].

					ЕЛІТ 8.171.00.10.267 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

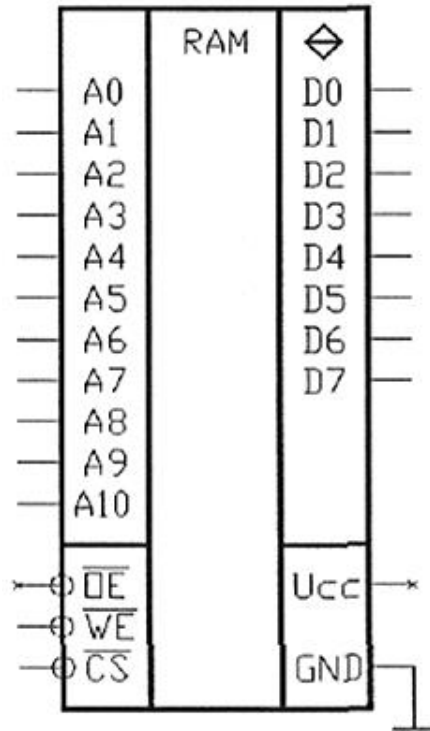


Рис. 1.9 – Мікросхема 537PY10

На адресні входи подається адреса необхідних для читання / запису даних, інверсні входи OE - дозвіл видачі даних, CS - вибір мікросхеми, WE - запис даних. Загальний вигляд підключення показаний на принциповій схемі.

В якості мікросхеми постійної пам'яті можливе використання мікросхеми 2764A (ємністю 64 Кбіт). Мікросхема сумісна з сигналами TTL рівня, зображена на малюнку 1.10. Це ПЗП з можливістю перепрограмування з ультрафіолетовим стиранням, час вибірки адреси - 300 нс, струм споживання - 120 мА, час зберігання інформації - 43000 годин. Зчитування даних проводиться при подачі логічного нуля на входи CS, OE і логічної одиниці на WR/RD.

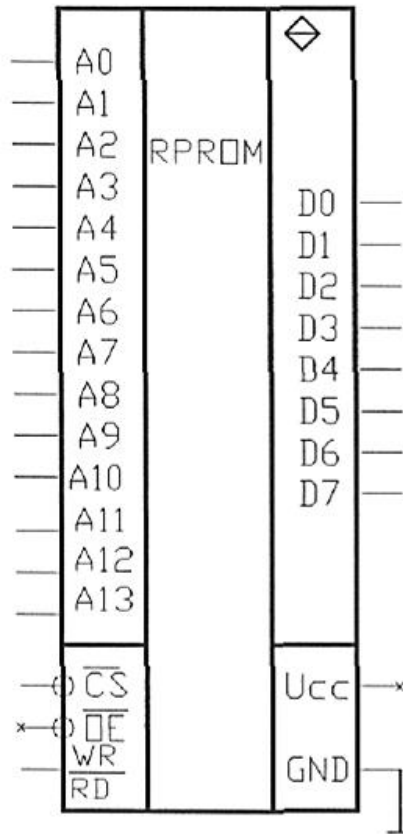


Рис. 1.10 – Мікросхема KP537PY10

1.5.4 Вхідні і інтерфейсні регістри.

Як буферних і інтерфейсних регістрів, можливе використання регістрів комплексу INTEL 8282. Загальний вигляд мікросхеми представлений на рисунку 1.11 [11, 12].

1.5.5 Дешифратор запам'ятовуючих і зовнішніх пристроїв.

Для однозначного доступу до пам'яті і зовнішніх пристроїв необхідний використовувати дешифратори. Для доступу до зовнішніх пристроїв застосовується мікросхема дешифратора SN74154N (рисунок 1.12). Даний дешифратор розрахований на 16 зовнішніх пристроїв, що дозволяє розширювати функціональні можливості даного пристрою [8, 10]. Якщо на одному з стробируючих входів встановлюється високий рівень, то на всіх 16 виходах буде також високий рівень, незалежно від коду на входах. Включення в роботу дешифратора здійснюється за сигналом ІО / М процесора на вхід С1.

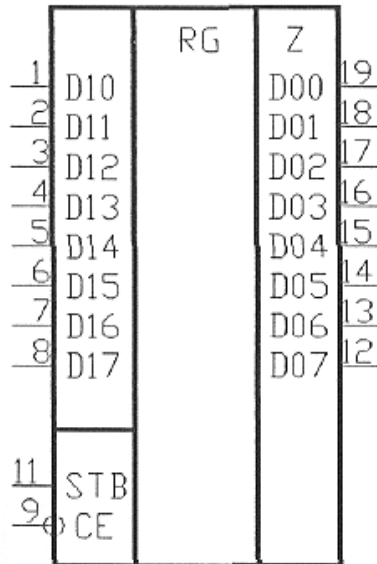


Рис. 1.11 – Мікросхема регістру intel 8282

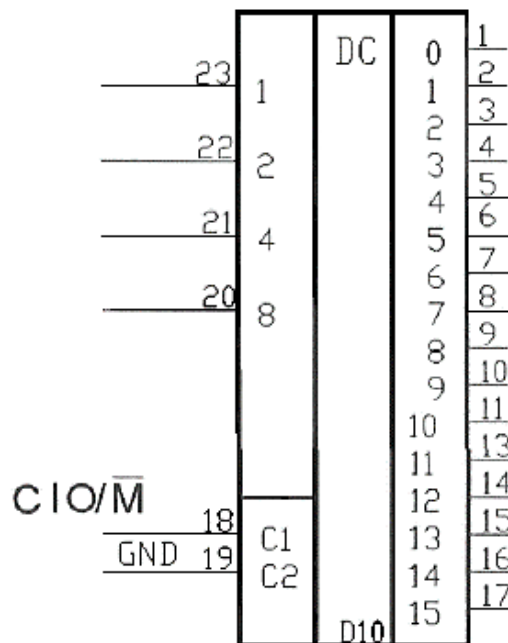


Рис. 1.12 – Мікросхема дешифратора SN74154N

Як дешифратора доступу до пам'яті зручно використовувати досить поширену схему дешифратора запам'ятовуючих пристроїв, зібрану на логічних елементах. Схема зображена на малюнку 1.13. Дана схема для доступу до пам'яті дешифрує службові сигнали MEMR і MEMW (активний рівень - нуль). Схема також пов'язана з шиною адреси. Вступники адресні сигнали, проходячи через ланцюжок логічних елементів, однозначно дешифруються доступ по адресного простору або до ПЗУ, або до ОЗП, але вибірка даних мікросхем неможлива без вступників сигналів від мікропроцесора (MEMW і MEMR), що подаються на

останні в ланцюжку логічні елементи. Рішення розшифрувати доступ до запам'ятовуючим пристроям окремої схемою, продиктовано наміром залишити адресний простір для можливих додаткових зовнішніх пристроїв, що підключаються до SN74154N. Ще одним позитивним моментом такого рішення буде використання різних адресних слів для доступу до зовнішніх і запам'ятовуючим пристроям.

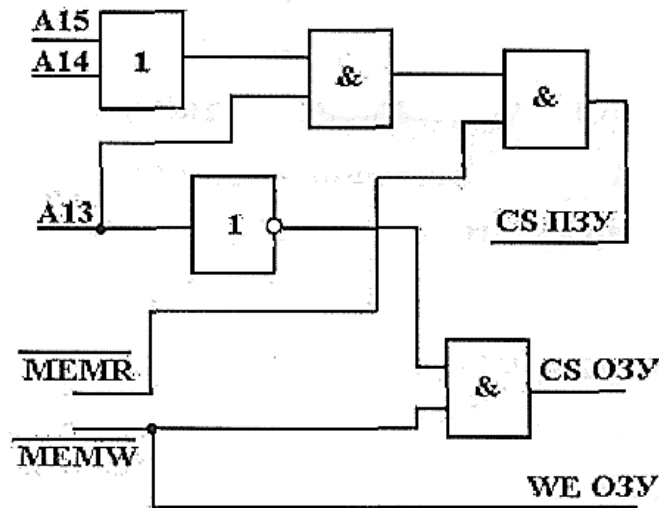


Рис. 1.13 – Схема дешифратора доступу до запам'ятовуючим пристроям

1.5.6 Побудова принципової схеми.

При побудові принципової схеми слід враховувати всі особливості функціонування окремих елементів, щоб забезпечити їх коректну і злагоджену роботу.

Особливості побудови даної принципової схеми викликані, перш за все, підключенням мікропроцесорного пристрою, формування шин даних, адреси і службових сигналів. Для формування центрального процесорного модуля використовуються два регістри, шинний формувач і мультиплексор. Регістри служать для виділення адресної шини, а шинний формувач застосовується для виділення шини даних. За допомогою мультиплексора формуються службові сигнали доступу до пам'яті і зовнішніх пристроїв (зчитування / запис).

Сигнал S1 стану циклу шини використовується для дозволу передачі даних на всіх вищевказаних мікросхемах. Паралельні регістри стробируючих сигналом ALE з процесора. Сигнал підтвердження захоплення шини використовується для управління роботою шинного формувача, який виділяє із загальної шини процесора шину даних, таким чином для процесорного пристрою

робота з шиною даних можлива в разі лише видачі сигналу захоплення шини. Вихід вибірки зовнішніх і запам'ятовуючих пристроїв використовується через мультиплексор для формування сигналів звернення до ОЗП, ПЗП (через дешифратор) і дешифратор зовнішніх пристроїв. На мультиплексор також надходять сигнали запису / читання даних в мікропроцесор - WR і RD (активний рівень сигналу - 0). На виході мультиплексора формується чотири сигналу: записи / чтения в пам'ять і запису / читання в зовнішні пристрої.

Службові сигнали відіграють ключову роль при зверненні до пам'яті і зовнішніх пристроїв, але для однозначного доступу до пам'яті ще необхідно проаналізувати адресний простір. З огляду на обсяг постійного пам'яті - 8 Кбайт і те, що адреси почнуться з 0000h до 1FFFh, а адреси оперативного пам'яті відповідно з 2000h до 2800h. Таким чином, видно, що шістнадцятий і п'ятнадцятий розряди (A15 і A14) ніколи не будуть дорівнюють одиниці, так як недостатньо фізичної пам'яті для покриття всього адресного простору. Різниця адресації ПЗП і ОЗП буде проявлятися лише в чотирнадцятому розряді (A13). При зверненні до ОЗП (перша адреса 2000h) в цьому розряді з'явиться одиниця на відміну від адресації ПЗУ, де цей розряд завжди буде дорівнює нулю. Спираючись на таку адресацію, побудований дешифратор доступу до пам'яті, зображений на рисунку 1.13.

Розряди адреси A14 і A15 подаються на перший логічний елемент АБО, так як ці розряди завжди дорівнюють нулю, то і на виході елемента буде завжди нуль. A13 подається на інвертор, а також на елемент І. Якщо A13 буде дорівнює нулю, то спільно з виходом першого елемента АБО, він відкриє йде за ним елемент І, на виході якого теж встановиться нуль, і, якщо від процесора надійшов сигнал MEMR (активний рівень нуль), то буде відкрито останній в ланцюжку елемент І. На його виході встановиться нуль, службовець сигналом вибірки мікросхеми ПЗУ. Якщо на A13 буде встановлений рівень логічної одиниці, що означає адресацію оперативного пам'яті, тоді елемент І, що стоїть після АБО, що приймає A14 і A15, і отримує прямий сигнал з A13, виставить на виході рівень логічної одиниці. Тому на виході дешифратора, що йде до вибірці ПЗП з'явиться логічна одиниця, що не приведе до вибору мікросхеми постійного пам'яті. І навпаки, при появі одиниці на A13, вона буде проінвертований, тобто логічний нуль піде на елемент І, і спільно з сигналом записи від процесора, на виході останнього в цьому ланцюжку елемента, встановиться рівень логічного нуля, який послужить одночасно сигналом вибірки мікросхеми оперативного

					ЕЛІТ 8.171.00.10.267 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

пристрою, що запам'ятовує. Сигнал записи від процесора піде також на вхід запису WE мікросхеми оперативного пам'яті. Такий дешифратор нагадує скоріше логічну схему виділення конкретних адрес, що в даному випадку і є основним завданням для доступу до запам'ятовуючим пристроям.

Як дешифратора доступу до зовнішніх пристроїв використовується стандартна мікросхема, тому залишається лише подати керуючий сигнал доступу до зовнішніх пристроїв і встановити адресу зовнішнього пристрою, для чого використовуються розряди А2-А5 адресної шини. Кожне зовнішнє пристрій буде мати адресу, що формується комбінаціями на вході дешифратора при наявності відповідного сигналу від мікропроцесорного пристрою.

При розробці принципової схеми слід також врахувати, що розроблювальний пристрій цифрового каналу має обмінюватися сигналами з іншими вузлами системи передачі даних. З цією метою можна використовувати паралельні регістри intel 8282. Один з інтерфейсних регістрів буде обробляти вхідні службові сигнали від КОД передавача і модулятора, а другий - вихідні службові сигнали ПЗВП, призначені для модулятора і КОД передавача. Як службових сигналів можуть служити одиничні логічні рівні, встановлені в певних розрядах регістру. Наприклад, одиниця в старшому розряді вихідного службового регістра свідчить про зайнятість ПЗВП. Всі ці сигнали зчитуються з регістрів за програмою, після чого відбувається виконання певних дій: пересилання даних з ОЗП в інформаційні регістри, завантаження даних з вхідних інформаційних регістрів в оперативний пристрій.

1.5.7 Розрахунок споживаної потужності і струму споживання пристрою захисту від помилок.

Призначення інтегральних мікросхем, використовуваних в цифровому каналі, і їх основні характеристики відображені в таблиці 1.3 [8, 9, 10].

Невикористані входи ІМС відповідно до логіки роботи блоків і всього цифрового каналу зв'язку необхідно підключити до загального проводу або до джерела живлення без резисторів. Напряга живлення підводять до висновку, що має максимальний номер, загальний провід - до висновку з удвічі меншим номером.

					ЕЛІТ 8.171.00.10.267 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

Таблиця 1.3 – Мікросхеми цифрового каналу зв'язку і їх основні параметри

№	Назви ІМС	Число, шт.	Призначення	Реалізований блок цифрового каналу	P_{cc} , мВт	$t_{зд}$, нс
1	80C85A	1	Восьмизрядний універсальний мікропроцесор	Процесорний блок	550	–
2	537PY10	1	Оперативний пристрій	ВПЗВПл оперативної пам'яті	110	350
3	2764A	1	Перепрограммируемое постійний запам'ятовуючий пристрій	ВПЗВПл постійної пам'яті	600	300
4	IT8282M	6	Багаторежимні буферні паралельні регістри	Вхідні і вихідні інтерфейсні та інформаційні регістри	800	45
5	UPB8286C	1	Шинний формувач	процесорний блок	675	35
6	K555КП11	1	Чотириканальний мультиплексор 2→1	Процесорний блок	95	18
7	SN74154N	1	Дешифратор на чотири входи	Дешифратор зовнішніх пристроїв	85	18
8	SN74ALS04	1	Шість елементів НЕ	Процесорний блок, дешифратор запам'ятовуючих пристроїв	12,25	12
9	SN74ALS08N	1	Чотири двухвходових елемента 2І	Дешифратор запам'ятовуючих пристроїв	16	12
10	SN74ALS32	1	Чотири двухвходових елемента 2АБО	Дешифратор запам'ятовуючих пристроїв	49	22

Використовуючи дані таблиці 1.3 зробимо розрахунок споживаної потужності і струму споживання пристрою захисту від помилок. Споживана потужність пристрою визначається за такою формулою

$$P = \sum_{k=1}^m v_k P_{kcc} , \quad (1.28)$$

де m – число різних найменувань ІМС;

v_k – кількість ІМС даного k -го найменування, використовуваних в пристрої;

P_{kcc} – споживана потужність ІМС даного k -го найменування ІМС.

Струм споживання пристроєм захисту від помилок знаходиться як

$$I = \frac{P}{U_i}, \quad (1.29)$$

де $U_{п}$ – напруга живлення пристрою.

Для проєктованого цифрового каналу $m = 10$, а значення v_k и P_{kcc} беремо відповідно до таблиці 1.3 за номером k в першому стовпчику таблиці. Таким чином, згідно з (1.28)

$$P = 1 \cdot 550 + 1 \cdot 110 + 1 \cdot 600 + 6 \cdot 800 + 1 \cdot 675 + 1 \cdot 95 + \\ + 1 \cdot 85 + 1 \cdot 12,25 + 1 \cdot 16 + 1 \cdot 49 = 6992,25 \text{ мВт} \approx 6,99 \text{ Вт.}$$

З формули (1.29) струм споживання пристроєм захисту від помилок при $U_{п} = 5 \text{ В}$ відповідно дорівнює

$$I = \frac{6,99}{5} \approx 1,4 \text{ А.}$$

1.6 Розробка програмного забезпечення цифрового каналу зв'язку

Програмне забезпечення для даного цифрового каналу має обумовлювати виконання ряду операцій. Перш за все, за програмою в строго певній послідовності і в певний момент часу, в пристрій захисту від помилок повинні бути завантажені дані. Потім отримані дані повинні бути закодовані, а після цього, знову ж таки при дотриманні ряду умов, повинні бути видані в модулятор. Це коротка послідовність дій, яка повинна бути виконана пристроєм захисту від помилок за програмою.

Тепер необхідно більш точно і конкретно визначити порядок роботи програми, що розробляється. Перш за все, необхідно скласти так звану карту пам'яті даного мікропроцесорного пристрою, щоб точно знати адресні рамки для тих чи інших операцій, виконання яких передбачено програмою. Знаючи обсяг постійного і оперативного запам'ятовуючих пристроїв, можна визначити їх адресні кордону, що показано на малюнку 1.14.

Сама програма буде завантажена на першу адресу постійного пам'яті, після програми в ПЗП будуть також записані постійні величини комбінації початку, кінця блоку, фази комбінація, для зручності розуміння в програмі ці

					ЕЛІТ 8.171.00.10.267 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

адреси задані символічно, а не конкретними шестнадцатерічними числами. Адреси ОЗП, куди завантажені ті чи інші дані подаються в шістнадцятковій системі числення, як і адреси зовнішніх пристроїв.

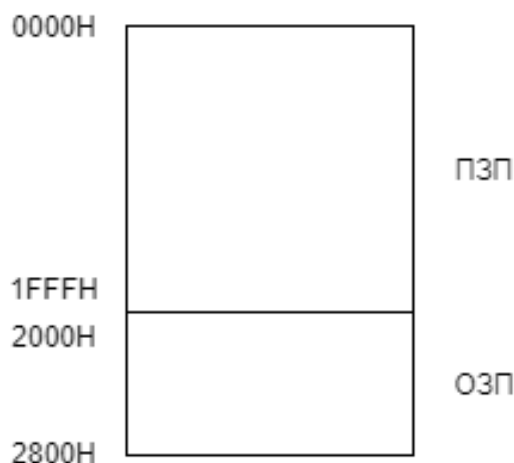


Рис. 1.14 – Карта пам'яті пристрою

В цілому, програма складається з трьох основних частин - опитування інтерфейсних регістрів і завантаження інформації, що надходить в оперативний пристрій з відповідним початком формування блоку завантаження номера блоку, комбінації початку блоку і фази комбінації. Формування службової інформації для блоку полягає в передачі записаних в ПЗП даних в ОЗУ. Програмний опитування інтерфейсних регістрів є складнішою процедурою. Спочатку опитується інтерфейсний регістр на наявність сигналу від КОД, потім, в разі наявності такого сигналу, дані зчитуються з вхідного інформаційного регістра в ОЗП, поки не буде завантажений весь блок. Після цього встановлюється сигнал зайнятості ПЗВП, який говорить КОД про те, що дані зараз передавати на ПЗВП можна. Цей сигнал повинен враховуватися вже в логіці роботи КОД, завдання ПЗВП в даному випадку тільки видати такий сигнал, кажучи про зайнятість процесом обробки та кодування даних. Після того, як весь інформаційний блок записується в оперативний пристрій, необхідно приступити до процесу розподілу інформаційних послідовностей порціями по 32 біта на перевірючу послідовність, що складається з 16 біт, попередньо завантаживши їх з ПЗП в регістри дільника - В і С. У кожному акті поділу як діленого виступатиме 16 інформаційних біт і 16 біт результату від попереднього розподілу. Таким чином, буде забезпечена зв'язок між усіма актами поділу і в результаті в якості залишку в регістрах загального призначення Н і L буде зберігатися загальний залишок від ділення інформаційного масиву на перевірючу послідовність. Для процедури розподілу дані будуть зберігатися в наступних регістрах: ділене - Н, L, D, E;

дільник - В, С; приватне - D, Е; залишок - Н, L. За рахунок такого механізму розподілу (32 на 16 біт) пропонується трохи прискорити процес кодування. Програма розподілу в середньому може займати близько 1,5-2 мс. На передачу одного байта при заданих умовах буде потрібно 0,006667 секунди (8/1200), в той час, як поділ чотирьохбайтного на двухбайтне відбудеться згідно запропонованій програмі за відрізок часу, рівний 8 мс, таким чином, інформаційні біти, що брали участь в процесі кодування, можна передавати, поки кодується інша послідовність, а в кінці, до всіх переданим інформаційним бітам буде додано лише загальний, шістнадцятибітну залишок, який дасть можливість приймачу виявити помилку при передачі даних.

Після виконання ділення і формування кінця блоку, програма повинна вивантажити дані в модулятор, який потім передасть їх в канал зв'язку. Для цього програма опитує стан інтерфейсного регістра, на якому встановлюється сигнал готовності модулятора до прийому даних. Поки модулятор не буде готовий до прийому даних, передача інформації з пристрою захисту від помилок відбуватися не буде. Природно, це дає певну часову затримку. Час виконання програми, включаючи всі акти поділу і запису даних, складе 0,8 с, якщо вважати, що очікування сигналів готовності КОД і модулятора буде тривати не більше 2 мс. Але в той же час, очікування таких сигналів гарантує збереження і адресну передачу даних, що безсумнівно важливіше, так як в кінцевому рахунку, економить час на відновлення втрачених даних, їх повторне кодування і передачу по каналу зв'язку. Текст програми роботи цифрового каналу представлений в Додатку А.

					ЕЛІТ 8.171.00.10.267 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

2 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Класифікація витрат промислового підприємства в залежності від обсягу виробництва: постійні та змінні

Процес виробництва на підприємстві являє собою безперервну взаємодію трьох основних факторів: трудових ресурсів і засобів виробництва, які в свою чергу поділяються на засоби праці і предмети праці. Сукупність витрат живої і матеріалізованої праці являє собою витрати виробництва, які є необхідною умовою здійснення господарської діяльності.

Поняття "витрати" є однією з найбільш загальних економічних категорій, яка може використовуватися для різних способів виробництва в будь-яких умовах господарської діяльності.

Економічна сутність поняття "витрати" може розглядатися по-різному, в залежності від конкретних цілей і завдань дослідження.

Так, "витрати" часто визначаються як показник в грошовому вираженні кількості ресурсів, використаних для досягнення певної мети. Поняття "витрат" також вживається для вирішення більш широкого кола завдань, перш за все для обґрунтування управлінських рішень. Для цілей оподаткування "витрати" є величину, на яку зменшуються суми доходів, що підлягають оподаткуванню і т.д. [19, 21]

Таким чином, при вирішенні різних питань враховуються різні види витрат. Для оцінки запасів і визначення величини доходів використовується один підхід до обчислення витрат; для планування і контролю - інший; для визначення величини податкових платежів - третій і т.д.

В економіці підприємства ці поняття розглядаються як тотожні, а під витратами розуміється грошове вираження використання виробничих факторів, в результаті якого здійснюється виробництво і реалізація продукції.

Витрати - це зменшення економічних вигод у вигляді вибуття активів або збільшення зобов'язань, які призводять до зменшення власного капіталу (за винятком зменшення капіталу за рахунок його вилучення або розподілу власниками).

Різноманітність підходів до визначення сутності поняття "витрати" знайшло відображення у виділенні різних видів витрат, яке проводиться виходячи з таких ознак.

					ЕЛІТ 8.171.00.10.267 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

Залежно від ставлення до змін обсягу виробництва або інших функціональних характеристик розрізняють [19, 21]:

- а) змінні витрати (змінюються пропорційно обсягу виробництва);
- б) постійні витрати (не змінюються при зміні обсягу виробництва);
- в) змішані витрати (містять постійну і змінну частину).

Змінні і постійні витрати різняться в залежності від зв'язку їх змін з коливаннями обсягу виробництва. Змінні і постійні витрати - тільки два види поведінки витрат з безлічі реально існуючих. Для поділу різноманітних витрат між цими категоріями використовуються допущення про лінійність і області релевантності витрат.

Припущення про якусь області релевантності поширюється і на постійні, і на змінні витрати, так як і останні не завжди бувають прямо пропорційні обсягу. Так, при малому або високому випуску будуть витрачені додаткові матеріали і трудочасов. Подання про лінійності зміни витрат допустимо в межах області релевантності.

Багато видів витрат в реальності є змішаними. Величина змішаних витрат змінюється з коливаннями обсягу виробництва, але на відміну від змінних витрат - не в прямій пропорції. Ці витрати містять як постійний, так і змінний компонент (телефон - абонплата і погодинна оплата).

Для обґрунтування планів підприємства та управлінських рішень змішані витрати необхідно розділити на змінні і постійні складові. Так як змішані витрати включають в себе постійні і змінні елементи, аналіз їх співвідношення приймає форму математичного виразу, званого формулою витрат і обсягу виробництва [19, 21]:

$$y = a + b \cdot x,$$

де y – розкладаються змішані витрати;

x - будь-який функціональний показник діяльності (трудовитрати, машинний час, обсяг виробництва);

a – складова постійних витрат;

b – змінний показник на одиницю x .

Поділ змішаних витрат на постійну і змінну складові аналогічно визначенню параметрів a і b . Для поділу змішаних витрат використовуються два основні способи [19, 21]:

- 1) мінімаксний;

					ЕЛІТ 8.171.00.10.267 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

2) регресійного аналізу.

У мінімаксне методі для визначення значень a (постійного компонента витрат) і b (змінного показника) беруться крайні значення показників, тобто максимальні і мінімальні репрезентативні значення пари X - Y . Їх вибір визначається в більшій мірі значенням x рівня активності, ніж значенням y величини змішаних витрат.

Мінімаксний метод застосовується в наступній послідовності дій:

- вибрати крайні пари значень;
- визначити змінну B за формулою:

$$B = \frac{Y_{\max} - Y_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}};$$

- визначити постійну складову витрат:

$$A = Y - B \cdot X.$$

Мінімаксний метод простий і легкий у використанні. Його недолік полягає в тому, що застосування тільки двох крайніх значень з наявних показників може в нормальних умовах не мати репрезентативного характеру.

Одним з поширених способів оцінки залежності витрат від обсягу виробництва є регресійний аналіз - статистична процедура для математичного розрахунку середнього значення співвідношення залежною і незалежною змінних величин. На відміну від мінімаксного методу регресійний аналіз включає в себе всі результати спостережень з метою визначення лінії максимальної відповідності умовам при розрахунку змінної величини і постійної складової витрат. Для знаходження цієї лінії використовується метод найменших квадратів, який застосовується в наступній послідовності:

- визначити змінну B за формулою:

$$B = \frac{n \cdot \sum(X \cdot Y) - \sum X \cdot \sum Y}{n \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2},$$

де n – кількість пар значень X - Y ;

- визначити постійну складову витрат:

$$A = Y_{\text{ср}} - B \cdot X_{\text{ср}}$$

де $X_{\text{ср}}$ – середнє значення показника X за число n точок відліку;

$Y_{\text{ср}}$ – середнє значення показника Y за число n точок відліку.

2.2 Показники економічної ефективності

В економіці підприємства в найзагальнішому вигляді ефективність означає результативність господарської діяльності, співвідношення між досягнутими результатами і витратами живої і матеріалізованої праці. Рівень ефективності характеризує рівень розвитку продуктивних сил і є найважливішим показником розвитку економіки. На підприємстві витрати мають форму авансированого основного і оборотного капіталу, а кінцеві результати - форму прибутку. Таким чином, показник економічної ефективності дає уявлення про те, якою ціною підприємство отримує прибуток. Зіставлення витрат і результатів використовується в практиці обґрунтування господарських рішень.

При оцінці ефективності необхідно розрізняти критерій і показники.

Показники економічної ефективності дають уявлення про те, ціною яких витрат ресурсів досягається економічний ефект, тобто з їх допомогою вимірюється рівень ефективності виробничо-господарської діяльності.

Виміряти за допомогою одного показника рівень ефективності неможливо, оскільки він складається під впливом багатьох чинників, часом протидіючих одна одній. Тому серед усієї сукупності показників прийнято виділяти один, найбільш повно характеризує рівень ефективності, який має не тільки кількісну, але і якісну визначеність. Такий показник в економіці прийнято називати критерієм.

В якості критерію можуть виступати різні показники [20, 21]:

- на рівні підприємства - максимальний прибуток на одиницю ресурсів;
- в масштабі національної економіки - максимальний валовий внутрішній продукт на одиницю спожитих ресурсів.

Аналіз показує, що ці показники характеризують швидше мети виробництва, їх співвідношення між витратами і результатами. У найбільшій мірі вимогам оцінки економічної ефективності відповідає такий показник, як продуктивність праці. Найчастіше його називають в якості критерію ефективності виробничо-господарської діяльності підприємства. Що стосується приватних показників економічної ефективності, то їх номенклатура залежить від мети і об'єкта оцінки.

Іноді поняття "критерій" і "показник" вживаються як синоніми. Такий підхід не можна назвати обґрунтованим. Справа в тому, що результат виробничо-господарської діяльності або здійснення тих чи інших організаційних, технічних, економічних та інших заходів може бути виражений

					ЕЛІТ 8.171.00.10.267 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

якісно і кількісно, тобто має якісну і кількісну визначеність. Якісна сторона виробничого результату відбивається критерієм, а кількісна - Показники ефективності. Показники ефективності, кількісно виражають будь-якої критерій, розрізняються між собою за повнотою, з якої вони характеризують ефективність. Так, показник продуктивності живого праці є локальним по відношенню до показника продуктивності сукупної праці, він охоплює лише частину сфери функціонування праці.

Розрізняють натуральні, вартісні, умовні та інші показники оцінки економічної ефективності. Використання кожного з них має свої позитивні і негативні сторони. Широке застосування при оцінці ефективності отримали натуральні показники, такі як вироблення продукції в натуральному вираженні. Їх використання виключає побічний вплив, наприклад, цін на результати вимірювання ефективності. Але застосування натуральних показників дуже обмежено. Воно можливе лише при порівнянні однорідної продукції або якісно однорідного праці.

Пошуки можливості порівняти Різноманітність продукцію і різноманітних працю будь-яким синтетичним показником без застосування вартісних категорій привели до розробки різних умовних показників (чиста продукція, додана вартість, нормативна трудомісткість). Основний недолік існуючих в даний час розрахункових, умовних показників - їх слабка наукова обґрунтованість. Все це говорить про те, що універсальних, всеосяжних показників ефективності поки не розроблено. Вибір найбільш гідного із наявних повинен бути зроблений виходячи з конкретних умов визначення ефективності на кожному підприємстві.

Одним з найбільш відомих методів оцінки ефективності діяльності підприємства є метод рентабельності, що характеризує розмір отриманого прибутку в залежності від обсягу продажів і вартості активів підприємства.

Щоб визначити рівень ефективності роботи підприємства, отриману їм прибуток необхідно порівняти з відповідними витратами.

По-перше, витрати можна розглядати як поточні витрати підприємства - собівартість продукції (робіт, послуг). Тут можливі різні варіанти визначення поточних витрат і прибутку, що використовуються при розрахунках.

По-друге, витрати можуть бути прийняті як авансована вартість (авансований капітал) для забезпечення виробничої, всієї фінансово-господарської діяльності підприємства. При цьому також можливі різні варіанти

					ЕЛІТ 8.171.00.10.267 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

визначення, розрахунку авансованої вартості та визначення прибутку, що приймається для розрахунків.

Прибуток являє собою частину новоствореної вартості і виступає однією з форм чистого доходу суспільства, що утворюється в сфері матеріального виробництва. Підприємство отримує прибуток після того, як втілена у створеному продукті вартість, здійснивши стадію обігу, приймає грошову форму. Вона є частиною виручки від реалізації продукції (робіт, послуг), яка залишається після вирахування податків, що сплачуються з виручки, і витрат на виробництво. На відміну від прибутку, дохід підприємства представляє собою реалізовану новостворену вартість (частина виручки, яка залишається після вирахування з неї матеріальних витрат на виробництво продукції).

Прибуток як економічна категорія виступає [20, 21]:

- в якості цільового орієнтира діяльності підприємства;
- результативним оцінним показником діяльності підприємства;
- джерелом розвитку підприємства і фінансування його діяльності.

Будучи оцінним показником, прибуток характеризує сукупну ефективність використання всіх ресурсів підприємства.

Наявність прибутку дозволяє задовольняти економічні інтереси держави, підприємства, працівників і власників.

Наявність прибутку для задоволення економічних інтересів держави забезпечується через сплату податків, які потім держава використовує для вирішення соціальних завдань.

Економічні інтереси підприємства полягають у збільшенні частки прибутку, що залишається в його розпорядженні і спрямовується на його розвиток.

Інтереси працівників у збільшенні прибутку пов'язані зі створенням додаткових можливостей для їх матеріального стимулювання.

Власники також зацікавлені в зростанні прибутку, так як зростання прибутку означає збільшення ресурсів їх власності і збільшення одержуваних ними дивідендів.

Сутність прибутку може розглядатися з різних позицій. Найбільш поширеним є розгляд прибутку з функціональної точки зору і з позиції походження.

					ЕЛІТ 8.171.00.10.267 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

Основоположником функціонального підходу є американський економіст П. Самуельсон. Він визначав прибуток як безумовний дохід від чинників виробництва; як винагороду за підприємницьку діяльність, технічні нововведення і вдосконалення, за вміння ризикувати в умовах невизначеності; як монополістичний дохід в певних ринкових ситуаціях; як етичну категорію.

Прихильники німецької економічної школи (Ф. Хайєк) розглядають прибуток з позиції її походження, а саме як "нагороду", зароблену завдяки підприємницькій ініціативі; прибуток "несподівану", отриману при сприятливій ринковій ситуації і обставин, визнану органом державної влади або відповідним законодавством (легалізовану).

В економічній практиці розрізняють безліч видів прибутку - номінальна, мінімальна, нормальна, цільова, максимальна, консолідована, економічна, бухгалтерська, чиста і т.д.

Номінальний прибуток характеризує фактичний розмір отриманого прибутку.

Мінімальна, нормальна, максимальна прибутку пов'язані з різними рівнями обсягу виробництва і вказують, в якій області знаходиться підприємство (беззбитковості, прибутковості, збитковості). Мінімальною вважається прибуток, яка забезпечує підприємству мінімальний рівень прибутковості на вкладений капітал. Величина мінімального рівня прибутковості приймається рівною середнім відсотком ставки банку по депозитах, що склалася за досліджуваний період.

Нормальний прибуток - мінімальний дохід або плата, необхідна для утримання підприємства в певній галузі.

Максимальний прибуток визначає цільову установку при плануванні діяльності підприємства. Її досягнення означає зниження витрат виробництва і реалізації до мінімуму.

Обсяг виробництва, що забезпечує максимум прибутку, встановлюється в точці, в якій досягається рівність граничного доходу і граничних витрат.

Консолідований прибуток - прибуток, вільна від бухгалтерської звітності про діяльність та фінансові результати окремо материнських і дочірніх підприємств. Вигідність застосування консолідованого прибутку визначається економією на податкових платежах і зниженні негативних наслідків від ризикових видів діяльності.

					ЕЛІТ 8.171.00.10.267 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

Економічна прибуток являє собою різницю між виручкою (валовий дохід) і економічними витратами (сума явних і неявних витрат).

Бухгалтерська прибуток - різниця між отриманою виручкою і бухгалтерськими витратами (явними). Її величина тотожна балансового прибутку.

Джерелами економічного прибутку є реалізація продукції, інша реалізація, позареалізаційні операції, інноваційна діяльність, монопольна ситуація, чи не страхують ризики (зміна ринкової кон'юнктури, податкового законодавства, ризик, пов'язаний з освоєнням нових товарних територіальних ринків, ризик, обумовлений наявністю інфляційних процесів в національній економіці).

Прибуток на підприємстві розглядається не тільки як основна мета, а й як головна умова його ділової активності. Оцінюючи рівень або зміна ділової активності, проводять відмінності між поняттями очікуваного прибутку (яка може бути отримана в майбутньому в результаті господарювання) і фактично отриманої.

З урахуванням цього розрізняють наступні функції прибутку [21]:

1) інвестиційна - оскільки очікуваний прибуток є основою прийняття інвестиційних рішень;

2) результативна - фактично отриманий прибуток оцінює ефективність діяльності підприємства;

3) фінансує - частину отриманого або очікуваного прибутку визначається як джерело самофінансування підприємства;

4) стимулююча - частина очікуваною або одержаного прибутку може бути використана як джерело матеріальної винагороди працівників підприємства та виплат дивідендів власникам капіталу.

Співвідношення прибутку з авансованою вартістю або поточними витратами висловлює рентабельність. У найбільш широкому понятті рентабельність означає прибутковість або дохідність:

- виробництва і реалізації окремих видів і всієї сукупності продукції (робіт, послуг);
- підприємств, організацій як суб'єктів господарської діяльності;
- галузей економіки.

Рентабельність безпосередньо пов'язана з величиною прибутку. Однак її не можна ототожнювати з абсолютною сумою отриманого прибутку.

					ЕЛІТ 8.171.00.10.267 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

Рентабельність - це відносний показник, що відображає рівень прибутковості і вимірюваний як коефіцієнт йди в процентах.

Многообразность вариантов решений, принимаемых при определении прибыли, текущих издержек, авансированной стоимости для расчета рентабельности зумовлюють наявність значної кількості її показників.

Для розрахунку рівня прибутковості підприємства все показники рентабельності можуть бути об'єднані в наступні групи:

Показники, що розраховуються для оцінки прибутковості діяльності підприємства в цілому. Методика їх розрахунку заснована на застосуванні показників прибутку підприємства або прибутку від реалізації продукції, чистого прибутку (в чисельнику) і показників реалізованої продукції, собівартості, величини акціонерного капіталу, вкладеного капіталу, власного капіталу, позикового капіталу або сукупного капіталу (в знаменнику).

Показники, що розраховуються для оцінки прибутковості продукції, а також використовуваних ресурсів виробництва і витрат. Методика їх розрахунку також базується на застосуванні показників прибутку підприємства, прибутку від реалізації продукції, чистого прибутку (в чисельнику) і показників сукупних витрат - собівартості, основних фондів, оборотних коштів, оплати праці, чисельності працівників, виробничих площ і т.д.

Найбільш поширеними показниками в практиці промислових підприємств є [19, 20, 21]:

- рентабельність продукції - визначається як відношення прибутку підприємства (прибутку від реалізації продукції або чистого прибутку) до собівартості продукції (виготовленої, товарної або реалізованої);
- рентабельність виробу - визначається як відношення прибутку, що закладається в ціну виробу, до собівартості виробу;
- рентабельність обороту - розраховується як частка відділення величини чистого прибутку на обсяг реалізованої продукції.

Крім того, підприємство може використовувати і ряд інших показників рентабельності для характеристики рівня прибутковості своїх активів, ресурсів і продукції.

Для розрахунку рентабельності галузей економіки в розрахунок приймається загальна сума прибутку, отримана підприємствами, об'єднаннями, іншими госпрозрахунковими формуваннями, що входять у відповідну галузь

					ЕЛІТ 8.171.00.10.267 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

економіки. На рівень рентабельності галузі будуть впливати наявність у ній низькорентабельних і збиткових підприємств.

Для того щоб підприємство могло ефективно здійснювати свою діяльність і розвиватися, необхідна чітка стратегія його розвитку, а також стратегія фінансування даного розвитку (власні і позикові джерела).

В основі стратегії розвитку лежить стратегія зростання прибутку. вона формується:

- на основі даних аналізу використання прибутку в минулих періодах (це ретроспективний аналіз);
- на основі оцінки потреби прибутку на поточний період і в перспективі;
- на базі прийнятих управлінських рішень про стратегію розвитку підприємства (дані рішення реалізуються в конкретних інвестиційних проектах).

Резерви зростання прибутку - це не використовуються можливості підприємства, можливість зменшення витрат виробництва і реалізації продукції.

При визначенні потреби підприємства в прибутку береться до уваги необхідність здійснення з прибутку першочергових платежів, що впливають з фінансово-господарської діяльності підприємства:

- податку на нерухомість;
- відсотків по банківському інвестиційному кредиту;
- повертається частини кредиту банку;
- повертається частини комерційного кредиту (для придбання основних фондів) і т.д.

Максимальна потреба в прибутку визначається на основі врахування економічних інтересів власника та трудового колективу підприємства. В першу чергу це величина визначається на основі плану розвитку підприємства.

На основі прибутку розраховуються такі показники рентабельності [20, 21]:

1) рентабельність загальна

$$P_{об} = \frac{\overline{П_{бал}}}{\overline{O_C} + \overline{O_B}} \times 100\%,$$

де $\overline{П_{бал}}$ – балансовий прибуток підприємства (або чиста);

$\overline{O_C}$ – середньорічна вартість основного капіталу;

					ЕЛІТ 8.171.00.10.267 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

\overline{O}_B – середньорічна вартість нормованих оборотних коштів;

2) рентабельність продажів (обороту)

$$P_{\Pi} = \frac{\Pi_{\text{продаж}}}{V_{\text{продаж}}} \times 100\%$$

де $\Pi_{\text{продаж}}$ – прибуток від продажу продукції;

$V_{\text{продаж}}$ – об'єм продажу;

3) рентабельність основного капіталу

$$P_{OK} = \frac{\Pi_{\text{бал}}}{\text{Основний капітал}} \times 100\%$$

4) рентабельність власного капіталу

$$P_{СК} = \frac{\Pi_{\text{бал}}}{\text{Особистий капітал}} \times 100\%$$

В системі оцінки ефективності роботи підприємства дуже важливими є група показників ділової активності підприємства, що характеризує оборотність капіталу підприємства. Серед них розрізняють наступні показники:

1) фондвіддача

$$\Phi_O = \frac{ВП}{O_C}$$

де ВП – випуск продукції;

2) фондоемкість

$$\Phi_E = \frac{\overline{O_C}}{ВП}$$

3) оборотність активів

$$K_{OA} = \frac{\text{Об'єм продажів}}{\text{Загальна сума активів}};$$

4) оборотність оборотних коштів

$$K_{OA} = \frac{\text{Об'єм продажів}}{\overline{O_B}}.$$

Всі перераховані вище показники є відносними, але вельми важливими є і абсолютні показники ефективності або ефекту роботи підприємства. До них відносяться:

- обсяг продажів продукції (робіт, послуг);
- повна собівартість продукції;

					ЕЛІТ 8.171.00.10.267 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

- прибуток від продажу;
- балансовий прибуток (до оподаткування);
- чистий прибуток (після оподаткування).

Абсолютні показники лежать в основі розрахунку відносних показників і характеризують фінансові результати.

Конкурентоспроможність фірми пов'язана з конкурентоспроможністю її продукції. Збільшення обсягу продажів, як правило, веде до збільшення прибутку, зростання показників рентабельності.

Завантаження виробничих потужностей, збільшення портфеля замовлень, збільшення капітальних вкладень у виробництво свідчить про підвищення конкурентоспроможності підприємства.

Ефективність роботи підприємства характеризується його фінансовим станом. Найважливішими узагальнюючими показниками фінансового стану виступають наступні критерії.

1) Платоспроможність - здатність виконувати свої зовнішні (короткострокові і довгострокові) зобов'язання, використовуючи свої активи.

Платоспроможність характеризується коефіцієнтом платоспроможності, який визначається за формулою:

$$K_{\text{Пл}} = \frac{\text{Власний капітал}}{\text{Загальні зобов'язання}}$$

Коефіцієнт вимірює фінансовий ризик, тобто ймовірність банкрутства. Високий коефіцієнт платоспроможності відображає мінімальний фінансовий ризик і хороші можливості для залучення додаткових коштів з боку.

2) Ліквідність підприємства - відображає його здатність вчасно сплатити майбутні борги (зобов'язання) або можливість перетворити активи підприємства в гроші для оплати зобов'язань.

2.3 Розрахунок економічних показників цифрового каналу зв'язку

2.3.1 Розрахунок повної собівартості розроблюваної мікропроцесорної апаратури цифрового каналу зв'язку (далі, продукт).

Собівартість продукту - це виражені в грошовій формі поточні витрати підприємства на його виробництво і збут. Витрати на виробництво утворюють виробничу (заводську) собівартість, а витрати на виробництво і збут - повну

					ЕЛІТ 8.171.00.10.267 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

собівартість. Розрахунок собівартості продукту за статтями витрат називається калькуляцією. Калькулювання собівартості продукту здійснюється відповідно до "Типового положення з планування, обліку і калькулювання собівартості продукції (робіт, послуг) в промисловості".

Витрати, пов'язані з виробництвом і збутом (реалізацією) продукту "мікропроцесорної апаратури цифровий канал зв'язку", групуються за такими статтями:

- матеріали і комплектуючі;
- основна заробітна плата;
- додаткова заробітна плата;
- відрахування на соціальні витрати;
- оренда машинного часу або витрати на утримання та експлуатацію обладнання;
- загальновиробничі витрати;
- адміністративні витрати;
- позавиробничі (комерційні) витрати.

Витрати на матеріали і комплектуючі. Матеріали і комплектуючі вироби розглядаються виходячи з відомостей на матеріали, сировину, комплектуючі, кооперацію, що припадають на одну одиницю випуску (таблиця 2.1).

					ЕЛІТ 8.171.00.10.267 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

Таблиця 2.1 - Витрати на комплектуючі вироби

Найменування комплектуючих	Ціна, грн.	Кількість, шт.	Сума на виріб, грн.
Конденсатори			
K15-5 10 мкФ 6,3В	5,40	1	5,40
K15-5 5 пФ	2,1	1	2,1
K12-7В-Н30-0,047 мкФ	2,1	10	21
Мікросхеми			
80С85А	13,00	1	6,00
537РУ10	14,00	1	4,00
2764А	30,00	1	4,00
ІТ8282М	29,00	6	174,00
UPB8286С	24,00	1	24,00
K555КП11	7,50	1	7,50
SN74154N	6,00	1	6,00
SN74ALS04	4,75	1	4,75
SN74ALS08N	5,75	1	5,75
SN74ALS32	8,00	1	8,00
Резистори МЛТ	4,50	2	9,00
Резонатор кварцевий	7,00	1	7,00
Разом:			288,5

Видатки на основну заробітну плату (Z_o). Основна заробітна плата розраховується по наступній формулі:

$$Z_o = \sum_{i=1}^n TC \cdot Ч, \quad (2.1)$$

де $TC = 30$ – тарифна ставка робітника, що задіяний у виробництві устрою, грн./година;

$Ч = 25$ – витрачене робітником час на виробництво й налагодження пристрою;

$n = 1$ – кількість працівників задіяних у виробництві.

Таким чином, використовуючи (2.1),

					ЕЛІТ 8.171.00.10.267 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

$$Z_o = \sum_{i=1}^1 30 \cdot 25 = 1 \cdot 30 \cdot 25 = 750 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата. Витрати на додаткову заробітну плату зазвичай становить від 10% до 30% від основної:

$$Z_d = Z_o \frac{K_d \%}{100}, \quad (2.2)$$

де K_d – відсоток додаткової заробітної плати.

За формулою (2.2) знаходимо

$$Z_d = 750 \cdot \frac{10\%}{100} = 75 \text{ грн.}$$

Соціальні відрахування від заробітної плати. Дані відрахування складаються з відрахувань від суми основної й додаткової зарплат відповідно до встановлених ставок:

- 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 й витратами, обумовленими народженням дитини і похоронами:

$$V_{св} = (Z_o + Z_d) \cdot \frac{36,3\%}{100}. \quad (2.3)$$

Підставляючи у вираження (7.3) значення Z_o й Z_d ,

$$V_{св} = (750 + 75) \cdot \frac{36,3\%}{100} \approx 299,5 \text{ грн.}$$

Витрати на утримання і експлуатацію обладнання. Вважається, що обладнання знаходиться на балансі підприємства. Витрати на утримання і експлуатацію устаткування (ВУЕ) дорівнюють відсотку ВУЕ від основної заробітної плати. Відсоток ВУЕ визначається з відомостей з аналізу повної собівартості продукту (в середньому 120-150%):

$$V_{УЕ} = Z_o \cdot \frac{V_{УЕ}\%}{100}, \quad (2.4)$$

або з урахуванням (2.4)

$$V_{УЕ} = 750 \cdot \frac{120\%}{100} = 900 \text{ грн.}$$

Загальновиробничі витрати. Являють собою витрати, пов'язані з управлінням підрозділом (цехом), витрати на службові відрядження працівників

					ЕЛІТ 8.171.00.10.267 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

підрозділу (цеху), амортизаційні відрахування від вартості основних фондів загальноцехового призначення і т.д. Загальновиробничі витрати P_{Π} визначається з відомостей з аналізу повної собівартості продукту (в середньому можуть становити 130-250%). Виробничі витрати дорівнюють відсотку виробничих витрат від основної зарплати:

$$P_{\Pi} = Z_o \cdot \frac{P_{\Pi} \%}{100}. \quad (2.5)$$

Отже, з виразу (2.5) можна визначити

$$P_{\Pi} = 750 \cdot \frac{130\%}{100} = 975 \text{ грн.}$$

Виробнича собівартість включає витрати на виробництво пристрою (таблиця 2.2, сума пп. 1-6).

$$C_g = 750 + 75 + 299,5 + 288,5 + 900 + 975 \approx 3288 \text{ грн.}$$

Адміністративні витрати. Адміністративні витрати можуть включати в себе: витрати, пов'язані з управлінням виробництва; витрати на службові відрядження адміністрації підприємства; витрати на пожежну охорону і охорону підприємства; витрати, пов'язані з підготовкою та перепідготовкою кадрів; витрати на перевезення працівників до місця роботи і назад; витрати на виплату відсотків за фінансові, товарні та комерційні кредити; витрати, пов'язані з оплатою відсотків за користування матеріальними цінностями, взятими в оренду (лізинг); витрати, пов'язані з оплатою послуг комерційних банків та інших кредитно-фінансових організацій. Адміністративні витрати P_a визначаються з відомостей з аналізу повної собівартості продукту (середньому можуть становити 140-200%). Адміністративні витрати дорівнюють відсотку адміністративних витрат від основної зарплати:

$$P_a = Z_o \cdot \frac{P_a \%}{100}. \quad (2.6)$$

Таким чином, з (2.6) впливає

$$P_a = 750 \cdot \frac{150\%}{100} = 1125 \text{ грн.}$$

Позавиробничі (комерційні) витрати P_v включають витрати на рекламу і передпродажну підготовку продукту. Орієнтовно ці витрати визначаються в розмірі 5-10% від виробничої собівартості:

$$P_v = C_{\Pi} \cdot \frac{P_v \%}{100}. \quad (2.7)$$

Отже, з виразу (2.7) можна визначити

					ЕЛІТ 8.171.00.10.267 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

$$P_B = 3288 \cdot \frac{5\%}{100} = 164.4 \text{ грн.}$$

Повна собівартість виробленого продукту обчислюється як

$$C = C_{\Pi} + P_a + P_B,$$

тобто з урахуванням знайдених значень C_{Π} , P_a і P_B отримуємо

$$C = 3288 + 1125 + 164.4 \approx 4577.4 \text{ грн.}$$

Калькуляція собівартості продукту зведена в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 – Калькуляція собівартості продукту

Найменування статей калькуляції	Значення
1. Основна заробітна плата	750
2. Додаткова заробітна плата	75
3. Відрахування від заробітної плати	239,6
4. Матеріали та комплектуючі вироби	288,5
5. Витрати на утримання і експлуатацію устаткування	900
6. Загальновиробничі витрати	975
Виробнича собівартість:	3228,1
7. Адміністративні видатки	1125
8. Позавиробничі (комерційні) видатки	164,4
Повна собівартість:	4577.4

2.3.2 Розрахунок ціни продукту "мікропроцесорна апаратура цифрового каналу зв'язку".

У ринковій економіці існують різні методи ціноутворення: собівартість плюс прибуток, забезпечення фіксованого обсягу прибутку, в залежності від рівня попиту [19]. Розрахунок оптової ціни продукту виробляємо за схемою "собівартість плюс прибуток":

$$C_{\text{опт}} = C + П,$$

де C – собівартість продукту;

$П$ – величина прибутку.

Прибуток $П$ визначається виходячи з нормативу (показника) рентабельності R виробництва продукції, який встановлюється підприємством:

$$R = \frac{П}{C} \cdot 100\% , \quad (2.8)$$

Рентабельність R продукту береться в розмірі до 35%.

Тоді з формули (2.8) оптова ціна продукту визначається як

$$C_{\text{опт}} = C + \frac{R \cdot C}{100}, \quad (2.9)$$

а роздрібна ціна з урахуванням ПДВ, що становить 20%,

$$C_{\text{розн}} = 1,2 \times C_{\text{опт}}. \quad (2.10)$$

Застосовуючи формули (2.8) і (2.10), значення оптової ціни дорівнює

$$C_{\text{опт}} = (C \cdot R) + 20\% = 7414 \text{ грн.}$$

і значення роздрібною ціни

$$C_{\text{розн}} = 1,2 \times 7414 \approx 8897 \text{ грн.}$$

Таким чином, наведена орієнтовна оцінка собівартості розробленого пристрою, а також розрахована роздрібна ціна за схемою "собівартість плюс прибуток", що дозволяє судити про приблизну економічну вигоду застосування продукту. Позитивні сторони даної методики полягають в її простоті, комплексної очевидності такої функції ціни як відшкодування витрат на виробництво і забезпечення прибутковості від створення і реалізації продукту. Недолік даної методики полягає в тому, що вона недостатньо враховує ринкові чинники ціноутворення і, перш за все, попит. Однак у реальному перехідній економіці існують ситуації, коли підприємствам доцільно її застосовувати: в умовах відсутності конкуренції (монополії), при обмеженні рентабельності продукції з боку держави, виконанні одноразових замовлень, виготовленні оригінальної продукції.

Область застосування проектного пристрою захисту від помилок - розподілені системи цифрового зв'язку, що використовують в якості середовища передачі провідні лінії зв'язку, зокрема канали тональної частоти (телефонні лінії). Призначення пристрою захисту від помилок - забезпечення необхідного рівня якості передачі інформації по телефонних каналах.

Суттєвими перевагами пристрою захисту від помилок цифрового каналу зв'язку є можливість виправлення пакетних помилок до 8 перекручених біт і реалізоване ставлення ефективної швидкості передачі до технічної $V_{\text{еф}} / V = 0,978$. Крім того, використання програмно-керованої логіки дозволило знайти раціональне поєднання функцій пристрою, що реалізуються апаратно, до функцій, що реалізуються програмним шляхом. В результаті апаратно-програмні витрати (вартісні) виявляються в 1,2-1,5 рази нижче, ніж у подібних пристроїв, застосовуваних зараз в телефонних цифрових каналах зв'язку. Отже, розробка і

					ЕЛІТ 8.171.00.10.267 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

впровадження даного пристрою захисту від помилок цифрового каналу є економічно вигідною.

					ЕЛІТ 8.171.00.10.267 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

ВИСНОВОК

Виконання випускної роботи магістра полягало в проектуванні цифрового каналу зв'язку, основним елементом якого є пристрій захисту від помилок. Область застосування отриманого пристрою - розподілені системи цифрового зв'язку, що використовують в якості середовища передачі провідні лінії зв'язку, зокрема канали тональної частоти (телефонні лінії). Дані лінії зв'язку характеризуються через невисоку ширину смуги пропускання низькими швидкостями передачі, а через свою зношеність (розглядаються міжміський і міська телефонні мережі) високим рівнем перешкод. Призначення пристрою захисту від помилок - забезпечення необхідного рівня якості передачі інформації по телефонних каналах. Цей пристрій захисту від помилок цифрового каналу зв'язку має наступні функціональні можливості:

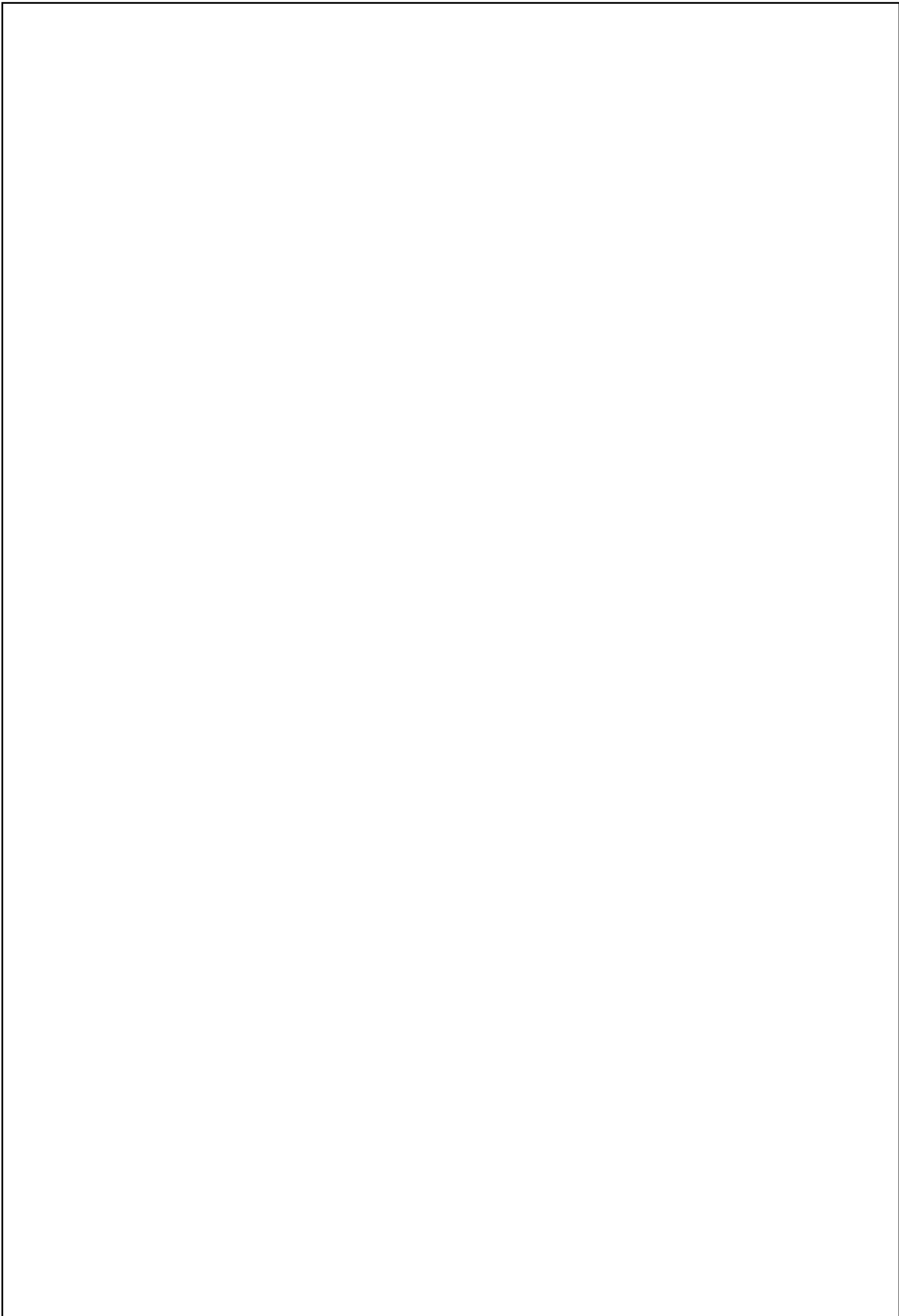
- передача даних по міжміської та міської телефонної мережі;
- завадостійке кодування даних на основі коду Файр;
- забезпечення симплексного режиму передачі інформації;
- пакетування даних з формуванням блоків і їх номерів, заголовка і закінчення пакета;
- формування фазує комбінації.

Спроектований микропроцесорний пристрій захисту від помилок цифрового каналу зв'язку має наступні характеристики:

- швидкість передачі даних по телефонних лініях зв'язку – $V \leq 1200$ біт/с;
- відношення ефективної швидкості до технічної – $V_{\text{эф}}/V = 0,978$;
- довжина переданого інформаційного пакета – $N = 1784$ бита;
- кратність виявляються і виправляє помилок – $v_{\text{и}} \leq 8$;
- ймовірність помилкового прийому кодової комбінації – $P_{\text{кк}} \leq 10^{-6}$;
- час затримки видачі інформації споживачеві – $\varphi_0 \leq 15$ мс;
- ймовірність помилкового фазировання – $P_{\text{лф}} = 10^{-6}$;
- потужність споживання пристрою – $P = 6,99$ Вт;
- струм споживання пристрою – $I = 1,4$ А.

Таким чином, технічні параметри пристрою захисту від помилок як основного елемента цифрового каналу відповідають поставленим вимогам. Отриманий пристрій забезпечує заданий рівень якості передачі інформації для сильно зашумлених телефонних каналів зв'язку.

					ЕЛІТ 8.171.00.10.267 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		70



					ЕЛІТ 8.171.00.10.267 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Жураковский Ю.П. Передача информации в ГАП: Учеб. пособие. – К.. Вища школа, 2011. – 216 с.
2. Скляр Бернад. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. М.: Издательский дом "Вильямс", 2013. 1104 с
3. Березюк Н.Т., Андрущенко А.Г., Мощицкий С.С. Кодирование информации (двоичные коды). – Харьков: Вища школа, 2018. – 252 с.
4. Борисенко А.А., Бережная О.В., Кулик И.А. Оценка помехоустойчивости системы передачи данных на основе равновесных кодов // Вісник Сумського державного університету. Технічні науки. 2011. №1(12). С. 171-173.
5. Чернега В.С., Василенко В.А., Бондарев В.Н. Расчет и проектирование технических средств обмена и передачи информации: Учеб. пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 2012. – 224 с.
6. Digital Signal Processing 2015 Alan V. Oppenheim, Ronald W. Schaffer
7. Кузьмин И.В., Ключко В.И., Литвин В.А. Кодирование и декодирование в информационных системах. К.: Вища шк., 2011. 190 с.
8. Майоров В.Г., Гаврилов А. И. Практический курс проектирования микропроцессорных систем. – М.: Машиностроение, 2015. – 272 с.
9. Цифровые интегральные микросхемы: Справочник / Мальцев П.П и др. – М.: Радио и связь, 2014 – 279 с.
10. Алексеев С.Н. Применение микросхем серии КР1533 // Радио. – 2011. – № 1. – С. 50-52.
11. Шило В.Л. Популярные цифровые микросхемы: Справочник. – М.: Радио и связь, 2017. – 352 с.
12. Проектирование микропроцессорной электронно-вычислительной аппаратуры Справочник / Артюхов В.Г. – К.: Тэхніка, 2011. – 263 с.
13. Микропроцессоры и микроЭВМ в системах автоматического управления: Справочник / Хвоц С.Т. и др. – Л.: Машиностроение, 2017. – 640 с.
14. Digital Design and Computer Architecture: ARM Edition 1st Edition, Morgan Kaufmann, 2015
15. Signals and Systems, Author: Alan V Oppenheim Author: 2013 у. Alan S Willsky Subject: Engineering / Electrical Subject: System analysis Subject: Signal theory (Telecommunication)

					ЕЛІТ 8.171.00.10.267 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

16. Буряковский В.В. и др. Финансы предприятий: Учебное пособие / Буряковский В.В., Кармазин В.Я., Каламбет С.В.; Под ред. В.В. Буряковского. – Дніпропетровськ: Пороги, 2014. – 245 с.
17. СНиП II-4-79 "Естественное и искусственное освещение".
18. Денисенко Г.Ф. Охрана труда: Учебное пособие для инж.-экон. спец. вузов. – М.: Высш. шк., 2015. – 319 с.
19. Экономика предприятия: Учебное пособие /Под ред. доктора эконом. наук Мельника Л.Г. – Сумы: Университетская книга, 2012. – 200 с.
20. Паламарчук А.С. Основные промышленно-производственные фонды // Журнал "Справочник экономиста", № 8, 2017. – с. 44-53.

					ЕЛІТ 8.171.00.10.267 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

ДОДАТОК А

Програма роботи мікропроцесорного пристрою захисту від помилок цифрового каналу

RESET: MVI A, 00H;	Обнулення регістрів загального
MVI B, 00H;	призначення.
MVI C, 00H;	
MVI D, 00H;	
MVI E, 00H;	
MVI H, 00H;	
MVI L, 00H;	
LXISP 27FFH;	Установка покажчика стека
AGAIN: LDA 2000H ;	Завантаження початкової адреси ОЗП
INR A ;	інкрементація акумулятора
STA 2000H;	Завантаження збільшеного на одиницю значення акумулятора за вказаною адресою в ОЗП
XRI 4H ;	Порівняння з 11В
JNZ RESET ;	Перехід при не нульовому результаті
STA 2000H ;	Завантаження перевіреного значення в ОЗП
JMP RESET ;	Безумовний перехід на початок
LDA ADRBEGIN ;	Завантаження в акумулятор комбінації початку блоку за адресою ADRBEGIN
STA 2001H ;	Початок формування блоку
LDA ADRFK ;	Завантаження в акумулятор фази

	комбінації з ПЗП за адресою ADRFK
STA 2002H ;	Запис її в ОЗП за адресою 2002H
M_0: MOV A, L ;	Початок програми читання даних з КОД
XRI DDH ;	Перевірка умови досягнення кінця пакету
JZ M_1 ;	Якщо формування пакета закінчене, вийти на мітку M_1
M_2: IN 01H ;	Зчитування стану службового регістра
ANI 10000000B ;	Виділення біта запиту на передачу
JZ M_2 ;	Очікування отримання запиту на передачу
MVI A, 01000000 ;	Запис в акумулятор ознаки "УЗП не готово "
OUT 01H ;	Запис в регістр цього сигналу
IN 02H ;	Читання даних з КОД
MOV M, A ;	Запис в пам'ять згідно покажчика слова
INX H ;	Інкрементація покажчика
XRA A ;	Очищення акумулятора
OUT 01H ;	Установка сигналу готовності УЗП
JMP M_0 ;	Продовження формування пакета
M_1: MVI H,20H ;	Завантаження початкової адреси масиву в
MVI L,00H ;	покажчик команд
LDA ADR1R ;	Завантаження перевіркової послідовності
MOV B, A ;	в регістри B і C з двох осередків ПЗП з
LDA ADR2R ;	адресами ADR1R і ADR2R
MOV C, A ;	

1:	MOV A, L ;	Завантажити в акумулятор молодший байт показчика команд
	XRI DFH ;	Перевірка на кінець блоку
	JZ S_OUT ;	Перехід до вивантаження даних
	MOV D, M ;	Завантаження даних за вказівником L в D
	INR L ;	Інкрементація показчика
	MOV E, M ;	Завантаження даних по новому значенню в E
	PUSH H ;	Запис в стек показчика команд
DIV:	MOV A, L ;	Пробне віднімання дільника
	SUB C ;	діленого для виявлення
	MOV A, H ;	переповнення (нормалізація)
	SBBB ;	
	RNC ;	
	XRA A ;	Ініціалізація лічильника біт
LOOP:	DAD H;	Зрушення старшої частини діленого
	PUSH PSW ;	Запам'ятовування лічильника і перенесення
	XCHG ;	Зрушення вліво молодшої
	DAD H ;	частини
	XCHG ;	діленого
	JNC L1 ;	З молодшої частини висунутий нуль
	INX H ;	З молодшої частини висунута одиниця
LI:	MOV A, L ;	Віднімання дільника з старших
	SUB C ;	шістнадцяти біт
	MOV L, A ;	діленого (залишку)
	MOV A, H ;	

	SUBB ;	
	MOV H, A ;	
	JC L2 ;	Дільник більше залишку
	POP PSW ;	Відновлення лічильника
L3:	INX D ;	Запис 1 в біт приватного
	JMP L4 ;	Перехід до перевірки лічильника
L2:	POP PSW ;	Відновлення лічильника
	JC L3 ;	При зсуві залишку була
	DAD B ;	висунута 1, цифра приватного – 1
L4:	ADI 10H ;	Інкремент лічильника
	JNC LOOP ;	Зациклення
	POP H ;	Відновлення покажчика з стека
	MOV A, L ;	Завантаження молодшого байта r в ОЗП по
	STA 20DEH ;	адресою 26F8 - після інформаційних
	MOV A, H ;	біт
	STA 20DDH ;	
	LDA ADR_KB ;	Завантаження з пам'яті комбінації кінця
		блоку
	STA 20DF ;	Додавання цієї комбінації в кінець
		блоку - завершення формування блоку
	JMP 1;	Перехід на мітку
	MVI L,00H ;	Обнулення покажчика
	INR L ;	Інкрементація
S_OUT:	XRI DFH ;	Перевірка на закінчення завантаження
	JZ RESET ;	Умовний перехід на мітку

WAIT: IN 03H ;

Читання інтерфейсного порту

ANI 01000000B ;

Виділення біта запиту на передачу

JZ WAIT ;

Перехід на мітку при нульовому результаті

MOV A, M ;

Запис покажчика в акумулятор

OUT 04H ;

Висновок даних через інформаційний
порт

JMP S_OUT ;

Зациклення.

					ЕЛІТ 8.171.00.10.267 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78