

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра електроніки і комп'ютерної техніки

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

бакалавра на тему:

ПРИСТРІЙ ПЛОЩИННОГО КОДУВАННЯ ДАНИХ

Завідуючий кафедрою

Опанасюк А. С.

Керівник кваліфікаційної роботи

бакалавра

Кулик І. А.

Виконала студентка

Грахольська А.В.

Суми - 2020

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка містить 56 сторінок, 17 рисунка, 9 таблиць, 15 джерел.

Об'єкт розробки – пристрій площинного кодування, робота якого пов'язана з використанням перешкодостійких кодів, використання яких забезпечує захист інформації від помилок, і достатньо високу швидкість її передачі .

Мета розробки – збільшити вірність передачі інформації за рахунок використання площинних кодів, що знаходять помилку та виправляють її; підсилення адаптивності системи передачі за рахунок можливості вибору режиму, в залежності від ступеню рівня завад каналу.

Розроблений пристрій досить легко може перебудовуватися в залежності від кількості помилок, які виникають в кодовій послідовності. В залежності від кількості помилок в кодовій послідовності, застосовується режим для каналів з низьким, високим рівнем завад.

Актуальністю використання площинних кодів є можливість збільшення вірності інформації, що не потребує суттєвих апаратно-програмних витрат; забезпечення розширення функціональних можливостей передачі інформації щодо адаптації помилковиявляючої, коригувальної здатності при невеликій кількості витрат.

На основі роботи пристрою площинного кодування, було розроблено алгоритм роботи, структурну, функціональну, принципіальну електричну схеми.

Ключові слова: площинне кодування, лінія зв'язку, перешкодостійкий код, площинний код.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ.....	2
ЗМІСТ.....	3
ВСТУП.....	5
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ ПРОЕКТУВАННЯ	7
1.1 Огляд літератури.....	7
1.2 Постанова завдання проектування.....	13
2 ОБГРУНТУВАННЯ АЛГОРИТМУ РОБОТИ І СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ ПРИБРОЮ ПЛОЩИННОГО КОДУВАННЯ ДАНИХ.....	14
2.1 Розробка алгоритму пристрою площинного кодування даних.....	14
2.2 Розробка структурної схеми пристрою площинного кодування даних.....	18
3 РОЗРОБКА СХЕМИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ПРОЕКЦІОНОВАНОГО ПРИБРОЮ.....	21
4 РОЗРОБКА І РОЗРАХУНОК ПРИНЦИПОВИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ СХЕМ ВУЗЛІВ І БЛОКІВ ПРИБРОЮ.....	25
4.1 Вибір елементної бази.....	25
4.2 Розрахунок і синтез принципової схеми буферного регістра пристрою площинного кодування даних.....	26
4.3 Розрахунок і синтез принципової схеми блоків виявлення помилки пристрою площинного кодування даних.....	27
4.4 Розрахунок і синтез принципової схеми блоків декодування помилок пристрою площинного кодування даних.....	28
4.5 Розрахунок і синтез принципової схеми блоку виправлення помилок.....	29
4.6 Розрахунок і синтез принципової схеми блоку комутації.....	29
4.7 Розрахунок і синтез принципової схеми блоку перетворення коду пристрою площинного кодування даних.....	31
4.8 Розрахунок і синтез блоку синхронізації.....	31
4.9 Розрахунок і синтез принципових схем блоків адресації і управління, порту індикатора і прийому даних.....	33
4.10 Розрахунок блоку індикації.....	33
4.11 Розрахунок і синтез принципової схеми блоку видачі даних у зовнішній пристрій.....	34
4.12 Розрахунок і синтез блоку ПЗП.....	34
4.13 Розрахунок і синтез ОЗП.....	35
4.14 Розрахунок і вибір мікропроцесора.....	37
4.15 Розрахунок і синтез генератора тактових імпульсів.....	38
4.16 Розрахунок і синтез формувача імпульсу скидання.....	39
4.17 Розробка програм обробки даних і управління пристроєм.....	40

					ЦЗДВН 6.05080202.085 ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Граховська А.В.			Пристрій площинного кодування даних. Пояснювальна записка	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Перевір.</i>		Кулик І.А.				3	56	
<i>Реценз.</i>						СумДУ ЕСз-51с		
<i>Н. Контр.</i>		Гапич Н.В.						
<i>Затверд.</i>		Опанасюк А.С.						

НАУКОВІ ПРАЦІ СТУДЕНТА.....	47
ВИСНОВОК	48
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	50
ДОДАТОК А	52
ДОДАТОК Б.....	54
ДОДАТОК В.....	56

					ЦЗДВН 6.05080202.085 ПЗ	Лист
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		4

ВСТУП

Більшість людей вважають що терміни «дані» і «інформація» є взаємозамінними і означають одне і те ж. Проте, існує чітке розходження між цими двома поняттями. Даними можуть бути будь-які символи, текст, слова, цифри, зображення, звук або відео, і поза контекстом вони майже нічого не значать для людини. А ось інформація корисна і як правило формується таким чином, щоб бути зрозумілою людям.

Комп'ютери зчитують дані, але це не означає, що вони їх насправді розуміють. За допомогою формул, програмних сценаріїв або додатків, комп'ютер може перетворити дані в інформацію, зрозумілу людині.

На сьогоднішній день є дуже актуальною проблема передачі інформації. Передача інформації - завчасно організований технічний захід, результатом якого є передача інформації від «джерела» до «приймача». Процес передачі інформації передбачає собою наявність терміну отримання зазначеного результату. Під терміном «Інформація» тут розуміється множина символів, чисел, параметрів абстрактних або фізичних об'єктів, без достатнього «обсягу» якої не можуть бути вирішені поставлені завдання.

Для здійснення передачі інформації необхідна наявність, з одного боку, так званого «запам'ятовуючого пристрою», або «носія», що володіє можливістю переміщення в просторі і часі між «джерелом» і «приймачем». З іншого боку, необхідні заздалегідь відомі «джерело» і «приймач». З третього боку, «носії» повинен продовжувати існувати як такий до моменту прибуття в пункт призначення (до моменту закінчення зняття з нього інформації «приймачем»).

В якості «носіїв» на сучасному етапі розвитку техніки використовуються як матеріально-предметні, так і хвильово-польові об'єкти фізичної природи. Носіями можуть бути за певних умов і самі передані «інформаційні об'єкти» (віртуальні носії). Передача інформації в повсякденній практиці здійснюється за описаною схемою як «вручну», так і за допомогою різних автоматів, з безліччю різновидів технічних реалізацій.

Повідомлення передаються за допомогою сигналів, які характеризуються певними фізичними властивостями (в наш час, як правило, за допомогою електричних). У загальному випадку сигналом може бути будь-яка зміна початкового стану об'єкта, яке може викликати реакцію людини або приладу.

					ЦЗДВН 6.05080202.085 ПЗ	Лист
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		5

Існують наступні типи сигналів: радіосигнали, зорові, звукові, електричні (позитивні і негативні імпульси та інші. Одні сигнали можуть викликати інші. Наприклад, електричний сигнал може викликати звуковий (в електричному дзвінку), світловий сигнал- електричний (в фотоелементі). Сигнали іноді взаємопов'язані в просторі і в часі.

В процесі розвитку науки швидкість передачі інформації зросла до значень, що задовольняють необхідні вимоги. Але разом з цим зросла і кількість електромагнітних полів, які вносять в інформацію перешкоди. В зв'язку з цим , основним завданням при передачі інформації є оптимальне використання інформаційних характеристик джерел повідомлень і каналів зв'язку для побудови кодів, що забезпечують задану вірність передачі інформації, що передається з заданою швидкістю і мінімальними витратами [1].

Для досягнення цієї мети доцільно використовувати метод перешкодостійкого кодування. Завдання полягає в тому, щоб вибрати оптимальний перешкодостійкий код, при якому забезпечувалася б оптимальна швидкість і прийнятна достовірність передачі.

Метою кваліфікаційної роботи бакалавра є проектування пристрою площинного кодування даних.

					ЦЗДВН 6.05080202.085 ПЗ	Лист
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		6

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ ПРОЕКТУВАННЯ

1.1 Огляд літератури



Рисунок 1.1 – Модель системи передачі інформації

Інформація передається від об'єкту до адресату, за допомогою сукупності технічних засобів. На рис. 1.1 зображена загальна модель системи передачі інформації, що містить: об'єкт, первинний перетворювач, кодер, модулятор, передавач, канал зв'язку, приймач, демодулятор, декодер, адресат.

У найпростіших каналах зв'язку приймач, передавач і перетворювач потужності можуть бути суміщені. Наприклад, у телефоні мікрофон може бути прикладом первинного перетворювача, сигнали з якого через систему підсилювачів та модулятор передаються безпосередньо по провідній лінії зв'язку на передавач, після чого, черз приймач, демодульований, та підсилений сигнал потрапляє до адресату.

Основною функцією кодера є перешкодостійке кодування сигналу, яке дозволяє виявляти і в деяких випадках виправляти помилки, що виникають в процесі надходження інформації від передавача до приймача.

Головним завданням кодеру є завадостійке кодування сигналу, тобто таке кодування, яке дозволяє виявляти і в значній мірі виправляти помилки, що виникають при проходженні сигналів через канал зв'язку від передавача до приймача.

Модулятор (лат. Modulator - дотримується ритм) - пристрій, що змінює параметри сигналу, що передається відповідно до змін переданого

										ЦЗДВН 6.05080202.085 ПЗ	Лист
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата							7

(інформаційного) сигналу, реалізує відображення вихідних послідовностей кодера в цю безліч сигналів.

Канал зв'язку (англ. Channel, data line) - система технічних засобів і середовище поширення сигналів для односторонньої передачі даних (інформації) від відправника (джерела) до одержувача (приймача). У разі використання провідної лінії зв'язку, середовищем поширення сигналу може бути оптичне волокно або кручена пара. Канал зв'язку є складовою частиною каналу передачі даних.

Користь кодування була Шенноном у 1948 році. Він встановив, що пропускна здатність безперервного каналу збільшується з розширенням його смуги, але при оптимальному (в широкому сенсі) кодуванні. Фактичні обмеження на швидкість передачі встановлюються не пропускною спроможністю каналу, а вартістю реалізації схем кодування. Але сучасна система зв'язку, в якій не застосовуються перешкодостійкі коди, потребує значних економічних та технічних витрат.

Перешкодостійке кодування здійснюється за рахунок введення до складу сигналу, що передається, досить великого обсягу надлишкової інформації.

Крім того, кодер каналу додає керуючу інформацію, яка, в свою чергу, піддається перешкодостійкому кодуванню, стискає підготовлену до передачі інформацію, здійснює шифрування переданої інформації.

Призначенням декодера є перетворення інформаційного змісту сигналу в придатну до відтворення форму.

В процесі передачі даних по каналу зв'язку існує висока ймовірність того, що прийняті дані будуть містити помилки. В наш час актуальним є питання оцінки якості лінії зв'язку. Високоєфективним засобом боротьби з перешкодами є застосування перешкодостійких кодів.

Перешкодостійке кодування - кодування, призначене для передачі даних по каналах з перешкодами, що забезпечує виправлення можливих помилок передачі внаслідок перешкод. Для виявлення помилок використовують коди виявлення помилок, для виправлення - перешкодостійкі коди.

Кодуванням і декодуванням (в широкому сенсі) називають будь-яке перетворення повідомлення в сигнал і назад, сигналу в повідомлення, шляхом встановлення взаємної відповідності. Перетворення слід вважати оптимальним, якщо в кінцевому підсумку продуктивність джерела і пропускна здатність каналу

					ЦЗДВН 6.05080202.085 ПЗ	Лист
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		8

опиняться рівними, тобто можливості каналу будуть повністю використані. Дане перетворення розбивається на два етапи:

1. Модуляція-демодуляція, що дозволяє здійснити перехід від безперервного сигналу радіоканалу до дискретного;
2. Кодування-декодування (у вузькому сенсі), під час якого всі операції виконуються над послідовністю символів.

У свою чергу, кодування-декодування ділиться на два протилежних за своїми діями діям етапи:

1. Усунення надмірності в прийнятому від джерела сигналу (економне кодування);
2. Внесення надмірності в переданий по каналу цифровий сигнал (завадостійке або надлишкове кодування) для підвищення достовірності інформації, що передається.

При завадостійкому кодуванні в потік переданих символів вводяться додаткові (надлишкові) символи для виправлення на приймальній стороні помилок, що виникли. Це вимагає збільшення швидкості передачі по каналу, що при обраному типу модему еквівалентно розширенню смуги частот сигналу і зменшення енергії повідомлення. Тому, може виникнути питання про доцільність використання надлишкового кодування. На це питання дає відповідь теорема Шеннона про пропускну здатність безперервного каналу зв'язку, з якої випливає, що пропускну здатність безперервного каналу збільшується з розширенням його смуги, але при оптимальному (в широкому сенсі) кодуванні. Тому слід очікувати підвищення достовірності передачі при заданій швидкості і відношенні сигнал / шум в каналі при внесенні надмірності. Проте, надлишкове кодування стало широко застосовуватися з метою підвищення якості передачі, переважно в останні десятиріччя, коли проблема створення складних обчислювальних пристроїв в малих габаритах була практично вирішена.

У каналах діють спотворення сигналів, шуми, перешкоди, які в дискретному каналі проявляються у вигляді переходу одного значення символу в інший. Залежно від характеру помилок розрізняють дискретні канали:

- 1) симетричний канал – це канал, в якому всі помилкові значення символів рівновірогідні;
- 2) асиметричний канал – це канал, в якому деякі хибні значення символів мають більшу ймовірність;

										ЦЗДВН 6.05080202.085 ПЗ	Лист
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата							9

- 3) канал без пам'яті – канал, в якому спотворення символу не залежить статистично від спотворення іншого вихідного символу;
- 4) канал з пам'яттю – це канал, в якому спотворення символу залежить від того, який був попередній символ і як він був прийнятий;
- 5) канал із стиранням – канал, в якому. поряд з помилками мають місце стирання символів.

Канал зв'язку можна охарактеризувати наступними показниками:

- 1) пропускна здатність – являє собою максимальне число переданих біт (двійкових одиниць) в одиницю часу при як завгодно малій ймовірності помилок.
- 2) швидкість передачі - число переданих біт в одиницю часу. При необмежено малій ймовірності помилок, швидкість передачі завжди менша за пропускну спроможність.

У каналі зв'язку максимальне значення швидкості отримують шляхом використання перешкодостійкого кодування. Якщо код дозволяє виправляти найбільш ймовірні помилки, введена надмірність стає виправданою. В протилежному випадку, помилки можуть бути не тільки не виправлені, а й розмножені кодом. В останньому випадку, застосування перешкодостійкого кодування нашкодить. Завадостійкі коди відрізняються один від одного основою q , відстанню d , надмірністю, структурою, функціональним призначенням, енергетичною ефективністю, кореляційними властивостями, алгоритмами кодування і декодування, формою частотного спектра. Тому, перешкодостійкі коди, діляться на типи, зображені на рис. 1.2.

					ЦЗДВН 6.05080202.085 ПЗ	Лист
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		10

виникають при проходженні сигналів через канал зв'язку від передавача до приймача.

Модулятор (лат. Modulator - дотримується ритм) - пристрій, що змінює параметри сигналу, що передається відповідно до змін переданого (інформаційного) сигналу, реалізує відображення вихідних послідовностей кодера в цю безліч сигналів.

Канал зв'язку (англ. Channel, data line) - система технічних засобів і середовище поширення сигналів для односторонньої передачі даних (інформації) від відправника (джерела) до одержувача (приймача). У разі використання провідної лінії зв'язку, середовищем поширення сигналу може бути оптичне волокно або кручена пара. Канал зв'язку є складовою частиною каналу передачі даних.

Використовують наступні характеристики каналу:

1. Ефективно передаюча смуга частот.
2. Динамічний діапазон.
3. Хвильовий опір.
4. Проникна спроможність.
5. Завадостійкість.
6. Об'єм.

Демодулятор - це пристрій, який здійснює демодуляцію(розпізнавання сигналу) - процес, зворотний модуляції коливань, виділення інформаційного (модуючого) сигналу з модульованого коливання високої (несучої) частоти.

Декодер здійснює операцію декодування.

Для завдання моделі дискретного каналу необхідно визначити безліч вхідних і вихідних кодових символів, а також безліч умовних ймовірностей вихідних символів при заданих вхідних.

					ЦЗДВН 6.05080202.085 ПЗ	Лист
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		12

1.2 Постановка завдання проектування

На основі огляду літературних джерел і аналізу тенденцій розвитку цифрових систем передачі даних формулюється наступне завдання проектування пристрою площинного кодування даних [4]:

- 1) швидкість передачі даних $V \leq 120 \text{ Кбіт/сек}$;
- 2) довжина лінії зв'язку $L \leq 1,5 \text{ км}$;
- 3) ймовірність спотворення одного біта в каналі зв'язку $P_n \leq 10^{-3}$ (рівень перешкод);
- 4) виявлення усіх однократних та двократних помилок в інформаційній послідовності, виправлення усіх однократних помилок;
- 5) довжини інформаційних послідовностей $L_{u1} = 8, L_{u2} = 27$;
- 6) час затримки декодування $T_z \leq 1 \text{ мкс}$;
- 7) число розрядів дискретного індикатора $N_{di} = 5$;
- 8) об'єм архиву даних $C = 1,3 \text{ Кбіт}$;
- 9) споживана потужність $P_{nm} \leq 8 \text{ Вт}$;
- 10) надійність не менше $H = 3200 \text{ год}$.

					ЦЗДВН 6.05080202.085 ПЗ	Лист
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		13

2 ОБГРУНТУВАННЯ АЛГОРИТМУ РОБОТИ І СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ ПРИСТРОЮ ПЛОЩИННОГО КОДУВАННЯ ДАНИХ

2.1 Розробка алгоритму пристрою площинного кодування даних

Виходячи з поставленого завдання, проєктований пристрій площинного кодування даних повинен отримувати дискретні сигнали з каналу зв'язку, здійснювати їх декодування, перевіряти наявність помилок, а однократні помилки і виправляти. Після цього, пристрій повинен провести обчислення, а також відображати результат обчислення на дискретному індикаторі.

У проєктованому пристрої площинного кодування в якості вихідного коду застосовується двійковий біноміальний код з довжиною двійкового кодового слова $n = 4$ і числом одиниць $k = 2$.

Максимальне число кодових комбінацій обчислюється за наступною формулою:

$$N = C_{n+1}^k = \frac{(n+1)!}{k!(n-k+1)!} \quad (2.1)$$

Згідно (2.1), обчислюємо:

$$N = C_{4+1}^2 = \frac{(4+1)!}{2!(4-2+1)!} = 10,$$

Цей результат означає, що кожній десятковій цифрі (номеру) відповідає двійкова біноміальна комбінація.

Проєктований пристрій площинного кодування повинен реагувати на керуючі команди, які видає зовнішній пристрій.

Спочатку проєктований пристрій знаходиться в початковому стані, при якому всі його послідовні вузли мають нульовий стан.

Код, який щойно пройшов через каналу зв'язку, необхідно перетворити з послідовного вигляду в паралельний. Далі проводиться аналіз помилок, які містить ця комбінація. Необхідно визначити номер помилкового розряду, після визначення якого здійснюється виправлення помилки.

Після виявлення та виправлення помилок в числовій комбінації, числові дані необхідно зберегти для подальшої передачі їх до зовнішнього пристрою. Після цього числові дані, та результати обчислень виводяться на дискретний індикатор.

					ЦЗДВН 6.05080202.085 ПЗ	Лист
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		14

У формулі (2.2) відображено кодоутворюючу функцію двійкової біноміальної системи числення, яка використовується для отримання номера, що відповідає двійковій біноміальній комбінації [5]:

$$A_j = a_{j-1} \cdot C_{n-1}^{k-q_j} + \dots + a_L \cdot C_{n-j+1}^{k-q_{L+1}} + \dots + a_0 \cdot C_{n-j}^{k-q_1}, \quad (2.2)$$

де n – довжина двійкового кодового слова;

k – число одиниць в двійковому кодовому слові;

a_L – значення цифри L -го разряду (1 или 0);

$L=j-1, \dots, 0$ – порядковий номер разряду;

q_L – сума всіх одиниць від $(j-1)$ -го разряду до L -го включно;

q_L обчислюється по наступній формулі:

$$q_L = \sum_{\gamma=L}^{j-1} a_{\gamma}, \quad (2.3)$$

$$q_j = a_j = 0.$$

Для дипломного проектування, після проведеного аналізу перешкодостійких кодів, я віддала перевагу комбінаторному площинному коригуючому коду.

Комбінаторний площинний коригуючий код дозволяє знайти помилку в площині завдяки використанню перевірочних та інформаційних символів. В залежності від стану зашумленості каналу, було релізовано режим роботи для незашумленого і сильнозашумленого каналів.

Використання площинних кодів дає можливість знаходження будь-якої точки площини системою комбінаторних координат.

$$m = C_k^2 = \frac{1}{2} \cdot k(k-1). \quad (2.4)$$

k - число контрольних символів, яке дорівнює числу координат;

m – число інформаційних символів.

Загальна кількість символів n дорівнює сумі контрольних та перевірочних символів [6]:

$$n = m + k = C_k^2 + k = \frac{1}{2} \cdot k \cdot (k+1). \quad (2.5)$$

З (2.5) випливає, що число контрольних символів дорівнює:

$$k = \frac{1}{2} + \sqrt{\frac{1}{4} + 2 \cdot m}.$$

										Лист
										15
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ЦЗДВН 6.05080202.085 ПЗ					

G	генератор
БВДЗП	блок видачі даних в зовнішній пристрій
БОП	блок оперативної пам'яті
БСП	блок системних програм



Рисунок 2.3– Алгоритм роботи пристрою площинного кодування даних

3 РОЗРОБКА СХЕМИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ПРОЕКТОВАНОГО ПРИСТРОЮ

Таблиця 3.1- Відповідність біноміального коду двійково-десятковому

Десятковий код	Біноміальний код	Двійково-десятковий код
0	0000	0000
1	0010	0001
2	0011	0010
3	0100	0011
4	0101	0100
5	0110	0101
6	1000	0110
7	1001	0111
8	1010	1000
9	1100	1001

Завдяки розробленому алгоритму роботи пристрою і структурній схемі, мною були розроблені наступні функціональні блоки.

Буферний регістр призначений для тимчасового зберігання (буферування) даних, використовується для організації запам'ятовуючих буферів, портів введення-виведення, мультиплексорів і т.д. Буферний регістр синхронізовано тактовою частотою, що передається кодером, перетворює послідовного код лінії в паралельний. Він реалізовується в електричній функціональній схемі за допомогою зсувного регістру, кількість виходів якого дорівнює довжині слова, переданого в режимі І.

Блоки виявлення помилок відповідають за виявлення помилок. Для даного пристрою характерним є виявлення помилок однократних та двократних. На функціональній електричній схемі блоки виявлення помилок 1,2 реалізуються відповідно на чотирьохходових і семивходових елементах складання по модулю два, виявляють помилку, якщо $a_i = 1$ або $b_i = 1$:

Для І режиму:

$$y_1 \oplus x_1 \oplus x_2 \oplus x_4 \oplus x_7 \oplus x_{11} \oplus x_{16} = b_1 \quad (3.1)$$

$$y_2 \oplus x_3 \oplus x_5 \oplus x_8 \oplus x_{12} \oplus x_{16} \oplus x_{17} = b_2 \quad (3.2)$$

$$y_3 \oplus x_6 \oplus x_9 \oplus x_{11} \oplus x_{13} \oplus x_{17} \oplus x_{18} = b_3 \quad (3.3)$$

$$y_4 \oplus x_7 \oplus x_{10} \oplus x_{12} \oplus x_{14} \oplus x_{18} \oplus x_{19} = b_4 \quad (3.4)$$

$$y_5 \oplus x_4 \oplus x_8 \oplus x_{13} \oplus x_{15} \oplus x_{19} \oplus x_{20} = b_5 \quad (3.5)$$

Блок оперативної пам'яті представляє собою ОЗП в якому зберігаються початкові дані, проміжні обчислення і результати обчислення.

Блок системних програм функціонально виконаний на основі ПЗП, в якому зберігається код програми роботи мікропроцесора, розміром приблизно 1 Кбайт. Отже, шина адреси мікропроцесора повинна бути 10-розрядна.

					ЦЗДВН 6.05080202.085 ПЗ	Лист
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		24

4 РОЗРОБКА І РОЗРАХУНОК ПРИНЦИПОВИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ СХЕМ ВУЗЛІВ І БЛОКІВ ПРИСТРОЮ

4.1 Вибір елементної бази

Для порівняння основних параметрів в таблиці 4.1 наведено їх середні значення для різних серій [7].

Таблиця 4.1- Порівняльна характеристика основних параметрів для різних серій мікросхем

Параметр	Серія					
	155	530	531	533	555	1533
Час затримки розповсюдження, <i>нс</i>	10	3	3	9,5	9,5	4
Питома споживана потужність, <i>мВт / ле</i>	10	19	19	2	2	1
Коефіцієнт розгалуження по входу	10	10	10	20	20	40
Відхилення напруги живлення, %	±5	±5	±5	±5	±5	±10
Максимальний вихідний струм: "0"	16		20		8	4
Максимальний вихідний струм: "1"	(0,4)		(-1)		(-0,8)	(-0,4)

Ще наприкінці 20 сторіччя, для побудови пристроїв автоматики і обчислювальної техніки широке застосування знаходили цифрові мікросхеми серії K155, які виготовляли за технологією TTL. Недоліком цих мікросхем була висока споживана потужність (1,6 мА). Наступною випущеною новою серією була серія K555, яка відрізнялась - технологія TTLШ, при збереженні швидкодії якої було значно зменшену споживану потужність в 5 разів.

Далі з'явилися мікросхеми серії KP1533, перевагою яких стала в 2 рази менша споживана потужність, ніж у K555. Швидкодія інтегральних транзисторів зараз наблизилась до межі 6 ГГц. У цих мікросхемах використані інтегральні транзистори Шоттки з дуже малим об'ємом колекторної області, завдяки чому реалізована практично гранична швидкодія.

Щоб зберегти високу навантажувальну здатність при безпечній щільності колекторного струму, вхідний струм було знижено в 7-10 разів (0,4 мА для KP1531 і 0,1- 0,2 мА для KP1533).

В роботі використовується мікросхема серії K1533.

4.2 Розрахунок і синтез принципової схеми буферного регістра пристрою площинного кодування даних

Буферний регістр призначений для тимчасового зберігання (буферування) даних. Буферний регістр в моїй роботі реалізован на двох регістрах, що зображені на рис. 4.1.

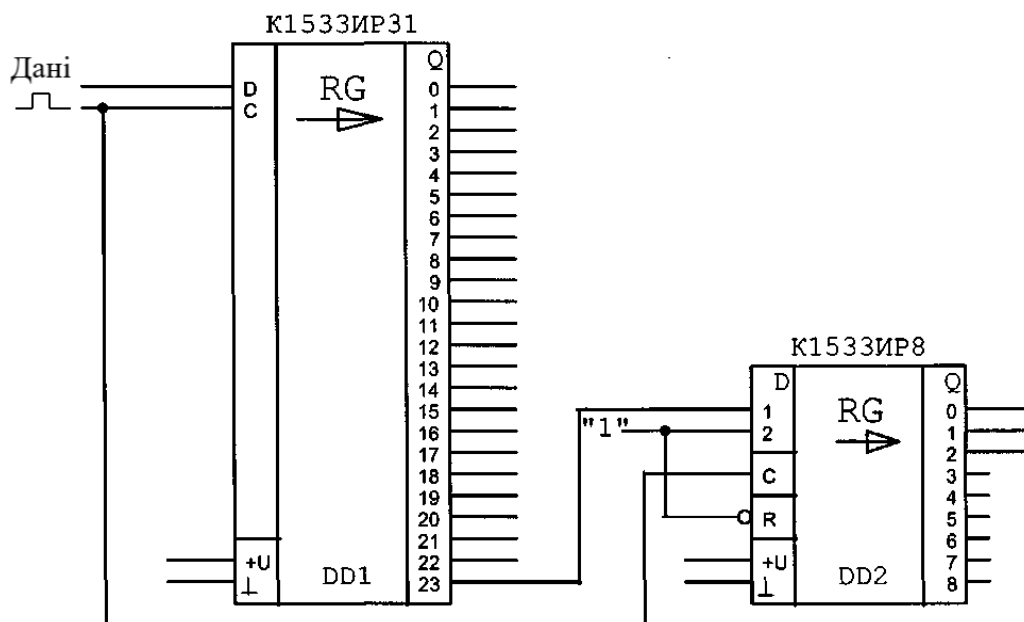


Рисунок 4.1– Схема блоку буферного регістру пристрою

Споживана потужність буферного регістру розраховується за формулою (4.1):

$$P_{\text{сум.}} = U \cdot (I_1 + I_2) \quad (4.1)$$

де $U = 5 \text{ В}$ – напруга споживання мікросхем;

$I = I_1 + I_2$ – струм споживання, мА;

$I_1 = 30 \text{ мА}$, $I_2 = 2,7 \text{ мА}$.

Підставивши в формулу (4.1) задані значення маємо:

$$P_{\text{сум.}} = 5 \cdot (30 + 2,7) = 163,5 \text{ мВт.}$$

Час затримки розраховується за формулою (4.2):

$$T_3 = T_1 + T_2, \quad (4.2)$$

В даній роботі $T_1 = 30 \text{ нс}$, $T_2 = 36 \text{ нс}$.

Відповідно $T_3 = 66 \text{ нс}$.

4.3 Розрахунок і синтез принципової схеми блоків виявлення помилки пристрою площинного кодування даних

Контроль цілісності даних і виправлення помилок - важливі завдання на багатьох рівнях роботи з інформацією (зокрема, фізичному, каналному, транспортному рівнях мережевої моделі OSI) у зв'язку з тим, що в процесі зберігання даних і передачі інформації по мережах зв'язку неминуче виникають помилки.

У системах зв'язку можливі кілька стратегій боротьби з помилками:

- 1) виявлення помилок у блоках даних і автоматичний запит повторної передачі пошкоджених блоків - цей підхід застосовується, в основному, на каналному і транспортному рівнях;
- 2) виявлення помилок у блоках даних і відкидання пошкоджених блоків - такий підхід іноді застосовується в системах потокового мультимедіа, де важлива затримка передачі і немає часу на повторну передачу;
- 3) пряма корекція помилок (англ. forward error correction) застосовується на фізичному рівні.

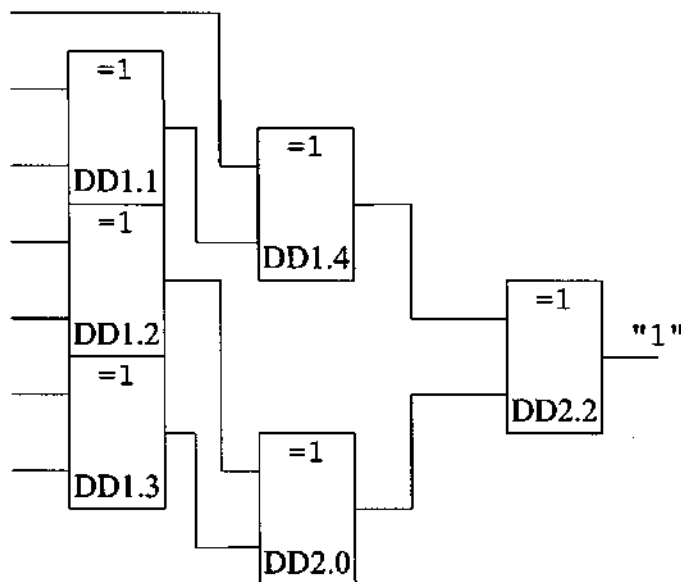


Рисунок 4.2 – Схема блоку виправлення помилок 1

Блок виявлення помилок (1) складається з елементів складання по модулю два, за формулою (4.3) розраховується споживана потужність даного блоку (1).

$$P_{\text{сум.}} = 3U \cdot I, \quad (4.3)$$

$$P_{\text{сум.}} = 3 \cdot 5 \cdot 5,9 = 88,5 \text{ мВт.}$$

										Лист
										27
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ЦЗДВН 6.05080202.085 ПЗ					

$$T_3 = 3 \cdot 17 = 51 \text{ нс.}$$

Для DD1-DD2 –в даній роботі використовується мікросхема серії К1533ЛП5.

На входи вузлів DD1-DD2 подаються розряди даних, описані формулами (3.1)-(3.7).

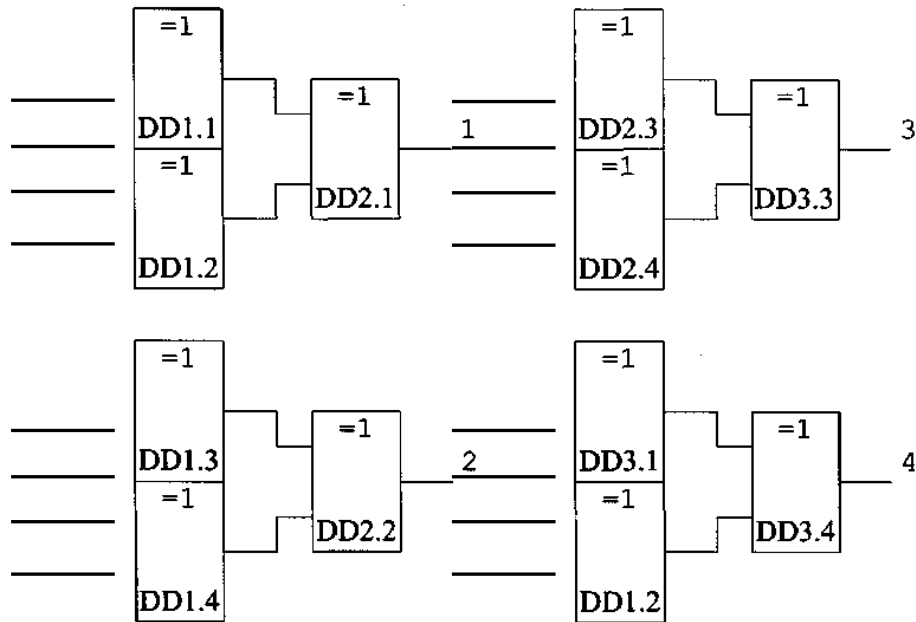


Рисунок 4.3– Схема блоку виправлення помилки 2

Для DD1-DD3 в роботі було використано мікросхему серії К1533ЛП5.

На входи елементів подаються розряди прийнятих даних, що описані формулами (3.8)-(3.11).

Розрахуємо споживану потужність (2), підставивши значення в формулу (4.3)

$$P_{\text{сум.}} = 14 \cdot 5 \cdot 5,9 = 413 \text{ мВт.}$$

$$T_3 = 3 \cdot 17 = 51 \text{ нс.}$$

4.4 Розрахунок і синтез принципової схеми блоків декодування помилок пристрою площинного кодування даних

Блоки декодування помилок 1, 2 виявляють в якому біті виникла помилка, передають цей номер помилкового біта блоку виправлення помилки. Для даного пристрою площинного кодування характерне виправлення лише однократних помилок. Якщо дві з a_1, a_2, a_3, a_4 або дві з $b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6, b_7$ перевірок рівні 1,

Дані мікропроцесора передаються чотирирозрядними словами, в режимі I маємо 20-розрядний паралельний код, отже мікросхеми утворюють на виході чотирирозрядний код:

$$I_{нотр.} = 14 \text{ мА.}$$

$$P_{сум.} = 4 \cdot 5 \cdot 14 = 280 \text{ мВт.}$$

$$T_3 = 24 \text{ нс.}$$

$$m = \frac{20}{4} = 5.$$

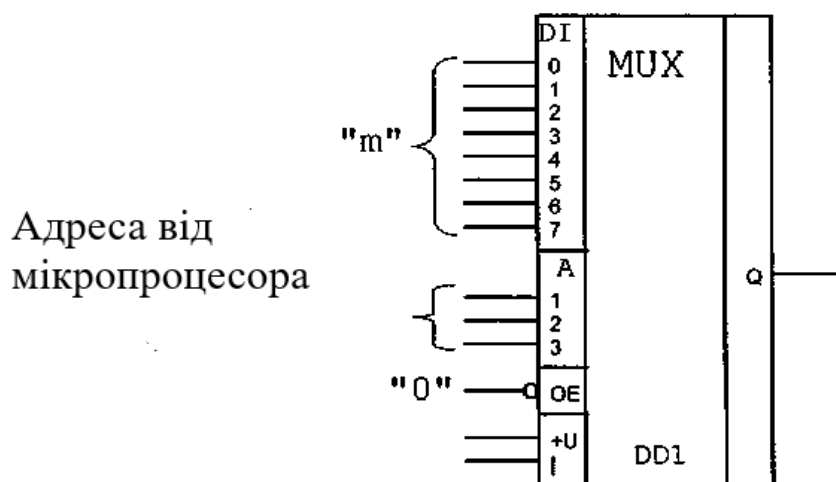


Рисунок 4.4 – Блок комутації пристрою площинного кодування даних

4.7 Розрахунок і синтез принципової схеми блоку перетворення коду пристрою площинного кодування даних

Блок перетворення коду перетворює біноміальний код в двійково-десятковий, виявляє однократні та двократні помилки помилки.

Таблиця 4.2- Відповідність біноміального коду двійково-десятковому

Десятковий код	Біноміальний код	Двійково-десятковий код
0	0000	0000
1	0010	0001
2	0011	0010
3	0100	0011
4	0101	0100
5	0110	0101
6	1000	0110
7	1001	0111
8	1010	1000
9	1100	1001

Для реалізації блоку перетворення коду було використано мікросхеми наступних серій:

- DD1 – К1533ИДЗ;
- DD2.1-DD2.2 – К1533ЛИ1;
- DD2.3 – К1533ЛП5;
- DD2.4 – К1533ЛА3;
- DD4 – К1533ЛН1;
- DD3 – К555ИВ1.

4.8 Розрахунок і синтез блоку синхронізації

Блок синхронізації будується за стандартною схемою з кварцовою стабілізацією частоти. У ньому виробляється сигнали, синхронізуючі роботу всіх пристроїв ЕОМ (за винятком монітора) і обмін інформацією між ними. Генератор синхроімпульсів побудований за схемою з керованою мікропрограмні тривалістю такту, що підвищує швидкодію процесора.

Блок синхронізації складається з двох лічильників. Перший з них реалізований на мікросхемі К1533ІЕ10, коефіцієнт перерахунку $k = 8$, робота здійснюється декодуванням в комбінації з елементом І-НЕ К1533ЛАЗ.

Другий лічильник реалізований на тригері К1533ТМ2 і лічильнику К1533ІЕ10, має коефіцієнт перерахунку $k = 27$, функціонує шляхом декодування 27 комбінацій елементом К1533ЛІ6 (рисунок 4.6).

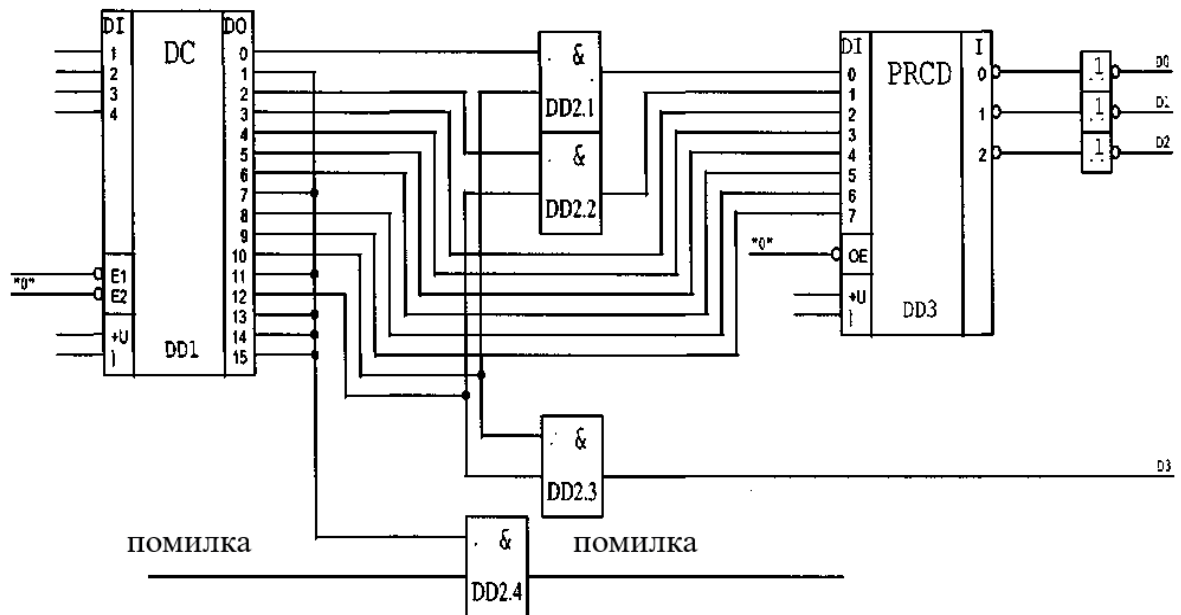


Рисунок 4.5 – Перетворювач коду

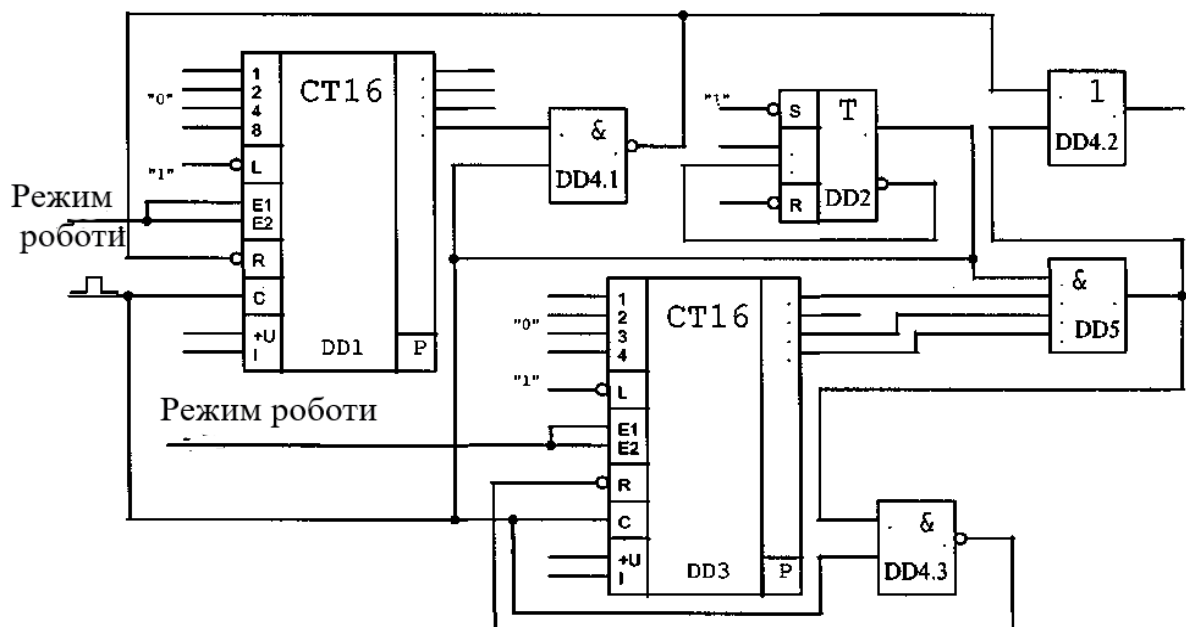


Рисунок 4.6 – Блок синхронізації

$$I_{nom.DD1,DD3} = 21 \text{ мА};$$

$$I_{nom.DD2} = 4 \text{ мА};$$

$$I_{nom.DD4} = 4 \text{ мА};$$

$$I_{nom.DD5} = 2 \text{ мА}.$$

$$P_{сум.} = 260 \text{ мВт}.$$

$$T_3 = 66 \text{ нс}.$$

4.9 Розрахунок і синтез принципів схем блоків адресації і управління, порту індикатора і прийому даних.

Блок порту індикатора, блок адресації і управління, блок прийому даних, Блок видачі даних у зовнішній пристрій функціонально виконані у вигляді регістрів (восьмирозрядний) і служать для зв'язку апаратної частини системи з шиною даних мікропроцесора (восьмирозрядна).

Блоки адресації і управління, порту індикатора і прийому даних реалізовані на основі програмованого паралельного інтерфейсу введення-виведення Intel 8255, запрограмованог "0" режим.

Запрограмовано порт А - на прийом даних, порт В - на видачу адреси і даних на індикатор, порт С - на видачу керуючих імпульсів.

Максимальна частота роботи $f = 2 \text{ МГц}$; $P_{nom.} = 750 \text{ мА}$.

$$T_3 = \frac{1}{f}. \quad (4.6)$$

$$T_3 = \frac{1}{2 \cdot 10^6} = 500 \text{ (нс)}.$$

4.10 Розрахунок блоку індикації.

Блок інфікації виконує функцію екрану системи. На ньому виводиться необхідна інформація щодо роботи проектованного пристрою площинного кодування даних.

Блок індикації реалізован на:

- дешифраторі-демультиплексорі К1533ИД7 (Іпот. = 10 мА);
- дешифраторі-перетворювачі – (Іпот. = 50 мА , Р_и = 400 мВт) [14].

					ЦЗДВН 6.05080202.085 ПЗ	Лист
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		33

4.11 Розрахунок і синтез принципової схеми блоку видачі даних у зовнішній пристрій.

Блок видачі даних у зовнішній пристрій відповідає за передачу отриманих, перетворених та виправлених даних у зовнішній пристрій.

Блок видачі даних у зовнішній пристрій реалізований на мікросхемі серії К1533ИР22, являє собою 8-розрядний регістр з паралельним входом:

$$P_{ном.} = 5 \cdot 25 = 125 \text{ мА.}$$

$$T_3 = 27 \text{ нс.}$$

4.12 Розрахунок і синтез блоку ПЗП.

Постійний запам'ятовуючий пристрій (ПЗП) - незалежна пам'ять, використовується для зберігання масиву незмінних даних.

ПЗП реалізується на мікросхемі репрограмуючого ПЗП К573РФ2, характеристики якого описані в таблиці 4.3.

Блок програмується електричними сигналами і стирається за допомогою ультрафіолетового випромінювання.

Таблиця прошивки ПЗП наведена в додатку А.

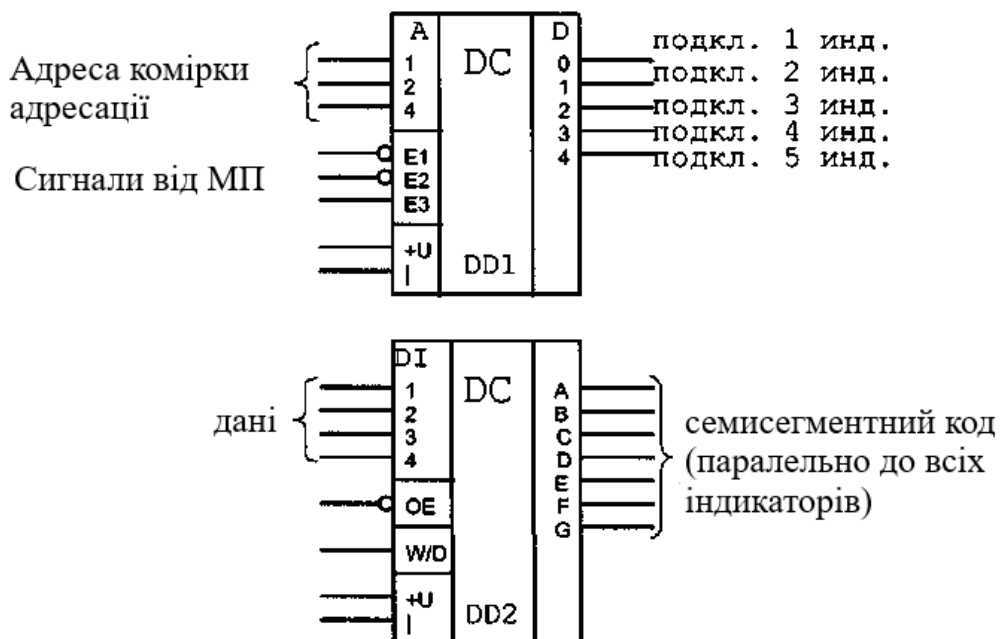


Рисунок 4.7– Блок індикації пристрою площинного кодування даних

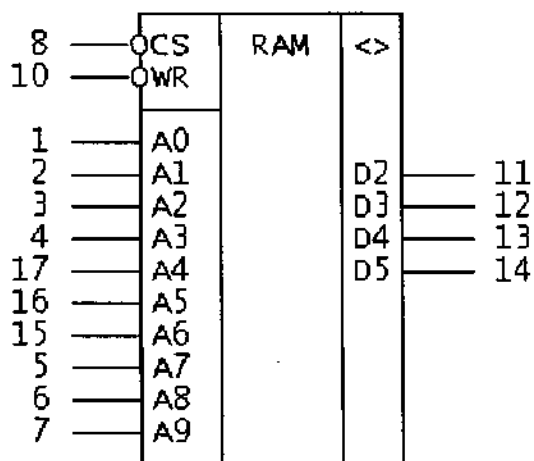


Рисунок 4.8 – Призначення виводів ОЗП типу K537PY13

Таблиця 4.4 – Довідникові дані ОЗП типу K537PY13

Ємність ОЗУ складає, <i>біт</i>	1K×4
Споживана потужність ОЗУ, <i>мВт</i>	20...200
Живлення U_{n1} , <i>В</i>	+ 5, вивід 18
Земля	вивід 9

Таблиця 4.5 – Таблиця істинності ОЗП типа K537PY13

Входи		Вхід/вихід	Робочий стан CS
CS	WR		
0	0	Вхід	0
1	X	Z	1
0	1	Вихід	0

4.14 Розрахунок і вибір мікропроцесора.

Після відходу з Intel Федеріко Фаджін заснував компанію Zilog. До проекту приєдналися Ральф Уінгерманн (інженер з Intel) і Масатоси Сіма (японський інженер, один з творців Intel 4004). Команда Феггіна відразу ж взялася за розробку нового процесора, взявши за основу Intel 8080, випущений незадовго перед цим. Новий CPU створювався бінарному сумісним з 8080, так що велика частина старого коду працювала на новому процесорі без змін, зокрема - операційна система CP / M.

Основні технічні характеристики Zilog Z80:

- 1) Тактова частота (МГц): 2,5 - 8 для основної версії;
- 2) Розрядність регістрів: 8 біт;
- 3) Розрядність шини даних: 8 біт;
- 4) Розрядність шини адреси: 16 біт;
- 5) Обсяг адресується пам'яті: 64 Кбайт;
- 6) Кількість транзисторів 8500;
- 7) Техпроцес (нм): 3000 (3 мкм);
- 8) Розмір кристала: 4,6 на 4,9 мм;
- 9) Площа - 22,54 мм²;
- 10) Напруга живлення: +5 В;
- 11) Корпус: 40-контактний керамічний або пластмасовий DIP, 44-контактний PLCC і PQFP.

З огляду на вимоги до тактовій частоті і беручи до уваги розрядність шини даних і адреси, ступінь складності програм обробки даних і управління, вибираємо мікропроцесор фірми Zilog Z80 [6].

Споживана потужність мікропроцесора - 750 мВт

Розрядність шини адреси: 16 біт.

Розрядність шини даних: 8 біт.

Максимальна тактова частота: 2,5 МГц.

Напруга живлення: +5 В.

Призначення використовуваних входів мікропроцесора:

- 1) -RESET - при появі активного рівня очищається вміст всіх регістрів;
- 2) CLK - тактовий вхід;
- 3) D0-D7 - шина даних;

										ЦЗДВН 6.05080202.085 ПЗ	Лист
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата							37

підсилювальний режим роботи за допомогою резистора негативного зворотного зв'язку $R_I = 470 \text{ Ом}$.

Частота тактових імпульсів задається власне частотою кварцового резонатора 2 МГц . Дане значення частоти вибрано як граничне для роботи контролера Intel 8255 [8].

Період тактових імпульсів розраховується за формулою:

$$T = \frac{1}{f_{ТИ}}, \quad (4.7)$$

де $f_{ТИ}$ – частота тактових імпульсів.

$$T = \frac{1}{2 \cdot 10^6} = 500 \text{ нс}.$$

4.16 Розрахунок і синтез формувача імпульсу скидання.

Початковий скидання потрібно будь-якого мікропроцесора. Організовується він через виводи RES (активний низький рівень) або RST (активний високий рівень). В ідеалізованому мікропроцесорі використовується сигнал RES, як і в більшості розповсюджених моделей.

При включенні живлення потрібно подати на вхід мікропроцесора імпульс "0" тривалістю не менше 3 тактів, за допомогою інтегруючого RC-ланцюга (рисунок 4.10) [6].

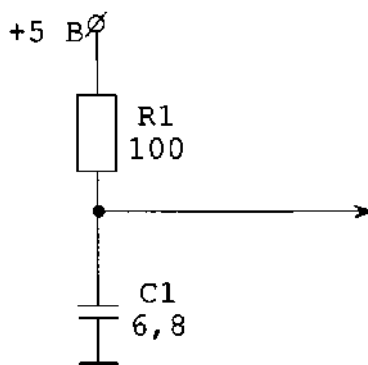


Рисунок 4.10 – Інтегруючий RC-ланцюг

Постійна часу даного RC-ланцюга розраховується за формулою:

Адреса	Мітка	Мнемокод	Примітка
1	2	3	4
00CDH	IND	LD A, (HL)	
00CEH		OR B	
00CFH		OUT (C), A	
00D1H		DEC HL	
00D2H		DJNZ IND	
00D4H		RET	
00D5H	SLIDE	LD B, 8	обчислення середнього ковзного
00D7H		LD IX, (DATA)	
00DBH		LD HL, 0	
00DCH	DREAM	LD E, (IX)	
00DFH		LD D, (IX)	
00E2H		ADD HL, DE	
00E3H		PUSH IX	
00E5H		POP DE	
00E6H		RLCE	
00E7H		PUSH DE	
00E8H		POP IX	
00EAH		DJNZ DREAM	
00ECH		LD B, 3	
00EEH	SHEAR	S R L H	
00EFH		RR L	
00F0H		DJNZ SHEAR	
00F2H		LD BC, (+B)	
00F5H		ADD HL, BC	
00F6H		LD BC, (RESULT)	
00F9H		LD(EXRESULT), BC	
00FCH		LD (RESULT), HL	
00FFH		RET	
0100H	CHMODE	LD A, (TOPMEM)	зміна режиму роботи системи
0103H		AND 00000001	
0104H		OUT (2), A	
0106H	MODE 27	LD B, 5	зчитування даних в режимі Б
0108H	TOOT	LD A, B	
0109H		OUT (1), A	
010CH		IN A, (0)	
010EH		LD(HL), A	
010FH		INC HL	
0110H		DJNZ TOOT	
0112H		RET	
0038H		PUSH BC	Зчитування даних

цього сигнал про помилку, видача інформації про біт, в якому виявили помилку. В разі виявлення помилки, вираховуються не помилкові дані, що надійшли, а береться наближене значення шляхом додавання до попереднього результату приросту. В разі отримання даних без помилок, обчислюється середнє ковзне значення функції. Результати обчислення записуються в комірку пам'яті і далі результат перетворюється з двійкового коду в двійково-десятковий (програма «CODER»).

Далі відбувається запуск підпрограми «CHMODE». Підпрограма «SOI» виводить на індикатор отриманий результат. Зовнішній пристрій забирає результат через блок видачі даних зовнішнього пристрою [9].

					ЦЗДВН 6.05080202.085 ПЗ	Лист
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		46

НАУКОВІ ПРАЦІ СТУДЕНТА

Підвищення ефективності систем передачі даних на основі площинних кодів

Шевченко М.С., *аспірант*; Грахольська А.В., *студент гр. ЕСз-51с*
Сумський державний університет, м. Суми, Україна

Ефективність системи зв'язку визначається значною мірою забезпеченням високої вірності передачі даних. При цьому викликають науково-практичний інтерес такі методи збільшення вірності передачі, які не потребують, по-перше, суттєвих апаратно-програмних витрат при практичній реалізації, по-друге, розширюють функціональні можливості систем передачі щодо адаптації помилковиявляючої та корегувальної здатності застосованих кодів до рівня завад у каналі зв'язку. Досить перспективними з точки зору регулювання помилковиявляючої та корегувальної здатності та підвищення ефективності систем зв'язку при невеликій кількості витрат є площинні коди.

Кодуючі та декодуючі пристрої на основі площинних кодів досить легко можуть перебудовуватися в залежності від кількості помилок, які виникають у кодових послідовностях. Змінюючи число k контрольних розрядів, котрі охоплюють m інформаційних символів, можна вводити у систему передачі даних різні за рівнем помилковиявляючої та корегувальної здатності режими обміну інформацією, наприклад для каналів з низьким або високим рівнем завад. Залежність m інформаційних розрядів від k перевірочних досить проста і виглядає наступним чином $m = 1/2 \cdot k(k - 1)$.

Більш того, пропонується збільшити ефективність застосування площинних кодів, підсилити адаптивність систем передачі на їх основі за рахунок використання сумісно з площинним кодуванням інших завадостійких кодів, наприклад рівноважних, квазірівноважних і біноміальних кодів. Це ще більше підвищить вірність передачі даних, надасть можливість більш точно підлаштовуватися під рівень завад у каналі зв'язку та розширить клас помилок, які виявляються. Крім того, враховуючи те, що у структурі рівноважних, квазірівноважних і біноміальних кодів містяться двійкові біноміальні числа, мається можливість додатково проводити обчислювальну обробку даних з метою їх оцінки, порівняння, сортування тощо.

					ЦЗДВН 6.05080202.085 ПЗ	Лист
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		47

ВИСНОВОК

На основі вивчених літературних джерел, було проаналізовано шляхи до реалізації пристрою площинного кодування даних, сформульовано технічні вимоги до проєктованого пристрою.

В даній кваліфікаційній роботі бакалавра було розроблено алгоритм функціонування проєктованого пристрою, структурну схему, розроблено і розраховано функціональні і принципіві схеми всіх блоків пристрою, а також представлено програму роботи мікропроцесора.

В даній роботі було розглянуто режими роботи пристрою площинного кодування, в залежності від ступеня зашумленості каналу, а також описано основні блоки, з яких складається проєктований пристрій. Блок мікропроцесорного модуля, зібраний на процесорі Zilog Z80 і програмованому контролері паралельного введення-виведення Intel 8255.

В результаті розробки кваліфікаційної роботи бакалавра був розроблений пристрій площинного кодування даних, параметри якого відповідають умовам, поставленим в завданні на проєктування.

Пристрій площинного кодування даних приймає дані, представлені завадостійким площинним кодом. Площинний код здатен виправляти та виявляти однократні помилки, а помилки іншої кратності лише виявляти.

Для підвищення ефективності проєктованого пристрою, а також для адаптації до умов передачі, мною було реалізовано 2 режими роботи I і II, вибір використання яких відбувається залежно від ступеню зашумленості каналу.

Пристрій площинного кодування використовується для передачі числових даних, при цьому повинен бути здатним аналізувати ступінь зашумленості каналу зв'язку, і вибирати необхідний режим роботи пристрою. Зовнішній пристрій отримує результати обчислення.

Технічні характеристики розробленого пристрою перешкодостійкого прийому і відображення числових даних наступні:

- 1) довжина лінії зв'язку $L \leq 1,3$ км;
- 2) швидкість прийому даних V більш ніж 60 Кбіт/сек;
- 3) виявлення усіх однократних та двократних помилок в інформаційній послідовності;
- 4) виправлення усіх однократних помилок в інформаційній послідовності;

										ЦЗДВН 6.05080202.085 ПЗ	Лист
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата							48

- 5) довжина повної інформаційної послідовності в режимі I – $L_A = 40$ біт (з них 20 контрольних);
- 6) довжина повної інформаційної послідовності в режимі II – $L_B = 27$ біт (з них 7 контрольних);
- 7) час затримки декодування $T_z = 791$ нс;
- 8) число разрядів дискретного напівпровідникового семисегментного індикатора $N_{ди} = 5$;
- 9) об'єм архіву даних $C = 1$ Кбіт;
- 10) споживана потужність $P_{спож} = 5$ Вт;
- 11) надійність не менше $H = 4500$ час.

					ЦЗДВН 6.05080202.085 ПЗ	Лист
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		49

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Вишенський В.А. Комбінаторика: перші кроки / В.А Вишенський, М.О. Перестюк — Кам'янець-Подільський: Аксіома, 2016. — 324 с.
- 2 Золотарьов В.В. Перешкодостійке кодування. Методи і алгоритми / В.В. Золотарьов, Г.В. Овечкін – Довідникове видання, 2017.- 25 с.
- 3 Гадзиковський В.І. Цифрова обробка сигналів. – М.:Солон, 2016.
- 4 Анісімов А.В. Інформаційні системи та бази даних: Навчальний посібник для студентів факультету комп'ютерних наук та кібернетики / А.В. Анісімов, П.П. Кулябко – Київ. – 2018. – 110 с.
- 5 Винберг Е.Б. Дивовижні арифметичні властивості біноміальних коефіцієнтів. Математичне просвітництво / Е.Б. Винберг — Вид. 12, 2015. — 33–42 с.
- 6 Рабаи Ж.М.. Цифровые интегральные схемы. Методология проектирования / А.М. Чандракасан, Б.М. Николич, Ж.М. Рабаи — Digital Integrated Circuits., 2-е изд. — М.: Вильямс, 2018. — 912 с.
- 7 Godse A. Micriprocessors and Interfacing Techniques./ D. Godse, A. Godse — Pune : Technical Publications, 2017.
- 8 Морелос-Сарагоса Р.. Мистецтво перешкодостійкого кодування / Р. Морелос-Сарагоса — Світ зв'язку, 2016.
- 9 Colbourn Charles J. Handbook of Combinatorial Designs/ Н. Dinitz Jeffrey, J. Colbourn Charles — 2nd. — Boca Raton: Chapman & Hall/ CRC, 2017.
- 10 Jain, D., Tech, M., Engineering, C., Engineering, C., 2017. A Modified Method for Sound Compression Using Intrinsic Mode Functions 97–102.
- 11 Kalajdzic, K., Ali, S.H., Patel, A., 2015. Rapid lossless compression of short text messages. Comput. Stand. Interfaces 37, 53–59. Kavitha, P., 2016. A Survey on Lossless and Lossy Data Compression Methods 7, 110–114.
- 12 Н. В. Kekre, Tanuja Sarode and Prachi Natu, Performance Comparison of Column Hybrid Row Hybrid and full Hybrid Wavelet Transform on Image compression using Kekre Transform as Base Transform, International Journal of Computer Science and Information Security, (IJCSIS), vol. 12(2), pp. 5–17, (2014).
- 13 М. А. Kabir, А. М. Khan, М. Т. Islam and М. L. Hossain, Image Compression using Lifting Based Wavelet Transform Coupled with SPIHT Algorithm, In

					ЦЗДВН 6.05080202.085 ПЗ	Лист
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		50

Proceedings of IEEE International Conference on Informatics, Electronics & Vision (ICIEV), pp. 1–4, (2013).

14 Rad, R.M., Attar, A., Shahbahrami, A., 2016. A predictive algorithm for multimedidata compression. *Multimed. Syst.* 19, 103–115.

15 Хвоц С.Т. Микропроцессоры и микроэвм. Справочник: Л.:Машиностроение, 1987.- 639 с.

					ЦЗДВН 6.05080202.085 ПЗ	Лист
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		51

ДОДАТОК А
Таблиця прошивки ПЗ

0000	4D	5A	0A	01	46	00	01	00	08	00	6B	0E	FF	FF	B1	08
0010	00	02	72	00	00	00	00	00	52	00	00	00	0C	31	50	4B
0020	4C	49	54	45	20	43	6F	70	72	2E	20	31	39	39	30	2D
0030	39	32	20	50	4B	57	41	52	45	20	49	6E	63	2E	20	41
0040	6C	6C	20	52	69	67	68	74	73	20	52	65	73	65	72	76
0050	65	64	07	00	00	00	1A	00	AF	00	BF	04	40	01	83	02
0060	FF	FF	84	14	00	28	F7	E3	27	00	22	0B	1E	00	00	00
0070	01	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
0080	B8	F5	16	BA	A9	08	05	00	00	3B	06	02	00	73	1A	FA
0090	2D	20	00	8E	D0	FB	2D	25	00	8E	C0	50	B9	22	01	33
00A0	FF	57	BE	44	01	FC	F3	A5	CB	B4	09	BA	32	01	CD	21
00B0	CD	20	4E	6F	74	20	65	6E	6F	75	67	68	20	6D	65	6D
00C0	6F	72	79	24	FD	8C	DB	53	83	C3	39	03	DA	8C	CD	8B
00D0	C2	80	E4	0F	B1	04	8B	F2	D3	E6	D3	EA	FE	C6	8B	CE
00E0	D1	E9	4E	4E	8B	FE	2B	E8	2B	D8	8E	C5	8E	DB	F3	A5
00F0	B8	00	10	B5	80	FE	CE	75	ED	FC	8E	DD	07	06	BF	00
0100	01	33	F6	AD	95	BA	10	00	ED	37	AD	95	B2	10	EB	41
0110	AD	95	B2	10	EB	42	AD	95	B2	10	EB	48	AD	95	B2	10
0120	EB	4D	AD	95	B2	10	EB	53	AD	95	B2	10	EB	67	AD	95
0130	B2	10	EB	68	AD	95	B2	10	EB	69	AD	95	B2	10	72	08
0140	A4	D1	ED	4A	74	F4	73	F8	33	C9	33	DB	D1	ED	4A	74
0150	B9	D1	D3	D1	ED	4A	74	B8	D1	D3	80	FB	02	73	28	D1
0160	ED	4A	74	B2	D1	D3	85	DB	74	18	D1	ED	4A	74	AD	D1
0170	D3	80	FB	05	72	0C	D1	ED	4A	74	A7	D1	D3	80	FB	0C
0180	77	7C	2E	8A	9F	06	02	87	D9	33	DB	83	F9	02	74	2A
0190	D1	ED	4A	74	93	72	23	D1	ED	4A	74	92	D1	D3	D1	ED
01A0	4A	74	91	D1	D3	D1	ED	4A	75	04	AD	95	B2	10	D1	D3
01B0	80	FB	02	73	16	2E	8A	BF	2C	02	AC	8A	D8	56	8B	F7
01C0	2B	F3	FA	F3	26	A4	FB	5E	E9	76	FF	D1	ED	4A	75	04
01D0	AD	95	B2	10	D1	D3	80	FB	08	72	DA	D1	ED	4A	75	04
01E0	AD	95	B2	10	D1	D3	80	FB	17	72	CA	D1	ED	4A	75	04
01F0	AD	95	B2	10	D1	D3	80	E3	DF	00	86	DF	EB	BC	80	E3
0200	03	D1	ED	4A	75	04	AD	95	B2	10	D1	D3	80	FB	05	72
0210	10	D1	ED	4A	75	04	AD	95	B2	10	D1	D3	80	FB	0C	77
0220	45	2E	81	8F	11	02	80	F9	19	74	03	E9	5B	FF	AC	02

Продовження таблиці прошивки ПЗ

0230	C8	80	D5	00	3C	FE	73	03	E9	4E	FF	50	8D	9D	00	E0
0240	83	E7	0F	81	C7	00	20	B1	04	D3	EB	8C	C0	03	C3	8E
0250	C0	8C	D8	8B	DE	83	E6	0F	D3	EB	03	C3	8E	D8	58	3C
0260	FF	74	29	E9	DB	FE	80	E3	03	D1	ED	4A	75	04	AD	95
0270	B2	10	D1	D3	80	FB	05	72	0B	D1	ED	4A	75	04	AD	95
0280	B2	10	D1	D3	2E	8A	8F	1C	02	E9	FD	FE	5B	8B	EB	83
0290	C3	10	33	C0	AC	91	E3	0F	AD	03	C3	8E	C0	90	AD	97
02A0	26	01	1D	E2	F9	EB	EB	AD	03	C3	FA	8E	D0	AD	8B	E0
02B0	FB	AD	03	D8	53	AD	C9	00	00	00	00	00	00	00	00	00
02C0	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00

ДОДАТОК Б

Програма розрахунку надійності

```
Program NDEU;
Uses Crt;
Var a: array[1...9] of integer;
k: array[1...9] of real;
liambda, t, P, Q, Tcr: real;
i, j, kont: integer;
BEGIN
kont:=0;
clrscr;
writeln('Введіть кількість інтегральних мікросхем');
write('напівпровідникових                :'); readln(a[1]);
write('Введіть кількість діодів                :'); readln(a[2]);
writeln('Введіть кількість конденсаторів      :');
write('керамічних                :'); readln(a[3]);
write('електролітичних                :'); readln(a[4]);
writeln('Введіть кількість резисторів  :');
write(' недротяних 0,125 Вт.                :'); readln(a[5]);
writeln('Введіть кіл-ть комутаційних ел-тів та з'єднань');
write('пайка                :'); readln(a[6]);
write('раз'ємів                :'); readln(a[7]);
writeln('Введіть кількість контактів');
for i:=1 to a[7] do begin
write('в ',i,' -ом раз'ємі                :'); readln(j);
kont:=kont+j;
end;
a[7]:=a[7]*kont;
write('гнізд                :'); readln(a[8]);
kont:=0;
writeln('Введіть кількість контактів');
for i:=1 to a[8] do begin
```

					ЦЗДВН 6.05080202.085 ПЗ	Лист
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		54

```

write('в ',i,' –ому гнізді                               :'); readln(j);
kont:=kont*j;
end;
a[8]:=a[8]*kont;
writeln('Введіть кількість кварцевих');
writeln(' резонаторів                               :');readln(a[9]);
k[1]:=0.07;
k[2]:=0.2;
k[3]:=1.4;
k[4]:=2.4;
k[5]:=0.8;
k[6]:=0.001;
k[7]:=0.08;
k[8]:=0.08;
k[9]:=1.8;
liambda:=0;
for i:=1 to 9 liambda:=liambda+k[i]*a[i]*0.000001;
write('Введіть інтервал часу ( в годинах)           :'); readln(t);
P:=exp((-liambda)*t);
Q:=1-P;
Tср:=ln(1/0.8)/liambda;
writeln('Інтенсивність відмов схеми: ',liambda:0:7,' 1/час');
writeln('Ймовірність безвідказної роботи: ',P:0:7);
writeln('Ймовірність відмови: ',Q:0:7);
write('Середня наробітка до відмови: ',Tср:0:1,' час');
readln;
END.

```

ДОДАТОК В
Перелік елементів

					ЦЗДВН 6.05080202.085 ПЗ	Лист
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		56