**ЗМІСТ**

[1. Повний текст роботи та вхідні дані 2](#_Toc310813002)

[2.Структурна схема цифрової системи передачі інформації 3](#_Toc310813003)

[1)Опис блоків 3](#_Toc310813004)

[2) Параметри блоків 4](#_Toc310813005)

[3. Розрахунок параметрів АЦП та вихідного сигналу ЦАП 7](#_Toc310813006)

[1) Структурна схема та принцип роботи АЦП та ЦАП 7](#_Toc310813007)

[2) Параметри АЦП і його сигналу на виході 8](#_Toc310813008)

[4. Кодування коректуючим (завадостійким) кодом 11](#_Toc310813009)

[5. Шифрування в системі передачі інформації 15](#_Toc310813010)

[1)Можливості проникнення до системи 15](#_Toc310813011)

[2) Заходи щодо захисту інформації 16](#_Toc310813012)

[3)Методи шифрування: кодом Цезаря та методом Вінжера 18](#_Toc310813013)

[6. Модулятор в системі передачі 20](#_Toc310813014)

[1) Структурна схема АМ-2 модулятора 20](#_Toc310813015)

[2)Часова діаграма сигналу на виході модулятора для рівня квантування 35: 21](#_Toc310813016)

[3) Ширина спектра модульованого сигналу 21](#_Toc310813017)

[7. Аналіз роботи демодулятора 22](#_Toc310813018)

[1) Структурна схема ФМ-2 демодулятора 22](#_Toc310813019)

[2) Обчислення ймовірності помилки 22](#_Toc310813020)

[8. Порівняння завадостійкості систем зв’язку 23](#_Toc310813021)

[9.Декодування коректуючого коду 24](#_Toc310813022)

[10. Розрахунок інформаційних характеристик системи передачі 26](#_Toc310813023)

[11. Аналіз аналогової системи передачі 27](#_Toc310813024)

[1)Структурна схема аналогової системи передачі 28](#_Toc310813025)

[2) Розрахунки аналогової системи передачі 28](#_Toc310813026)

[12. Висновки 30](#_Toc310813027)

[13. Список літератури 32](#_Toc310813028)

1. Повний текст роботи та вхідні дані

В системі технічного захисту інформації повідомлення неперервного джерела передається каналом зв’язку методом імпульсно-кодової модуляції (ІКМ). У каналі зв’язку використовуються модуляція і завадостійке кодування. Для передачі неперервним каналом зв’язку з постійними параметрами й адитивним білим гаусовим шумом використовується модуляція гармонічного передавача. Необхідно дати опис процесів в окремих блоках заданої системи передавання і розрахувати її основні параметри.

1. **Дані до курсової роботи**

Наведемо вихідні дані :

1. Джерело повідомлень задане характеристиками первинного сигналу :
* коефіцієнт амплітуди;
* максимальна частота спектра 
* середня потужність сигналу ;
* амплітуда сигналу .
1. ІКМ перетворення неперервного сигналу в цифровий виконується з використання мрівномірного квантування, допустиме відношення сигнал/шум квантування*дБ*.
2. Допустиме відношення сигнал/шум на вході одержувача.
3. Рівні квантування:.
4. Метод модуляції гармонічного передавача – АМ-2.
5. Спосіб прийому – некогерентний.
6. Спектральна густина потужності завади *.*

*Структурна схема цифрової системи передачі інформації*



*Рис. 1 Структурна схема цифрової системи передачі*

### 1)Опис блоків

**Джерело повідомлень** – це пристрій, який формує на своєму виході конкретне повідомлення. Таким пристроєм може бути людина, будь-який датчик і т. ін. Залежно від типу повідомлень розрізняють дискретні та неперервні джерела.

**Аналогово цифровий перетворювач.** АЦП є кодером джерела. Операція кодування – це перетворення дискретного повідомлення в послідовність кодових символів, яке виконують за визначеним правилом. Безліч кодових послідовностей, що можливі при такому правилі кодування, утворюють код. Сукупність символів, з яких складають кодові послідовності називають кодовим алфавітом, а їх кількість – основою коду. Кількість символів у кодовій комбінації рівномірного коду називають довжиною коду.

**Шифратор.** Шифратор за допомогою шифрування інформації, забезпечує її захист.

**Кодер коректуючого коду.** Кодерпризначений для підвищення завадостійкості цифрової системи передачі, шляхом внесення в коди надлишковості

**Модулятор.** Модулятор призначений для узгодження інформаційного повідомлення з каналом зв’язку. Канал зв’язку – це сукупність технічних засобів та середовища розповсюдження, що забезпечують при підключенні кінцевих абонентських пристроїв, передачу повідомлень будь-якого виду від джерела до одержувача за допомогою електрозв’язку;

**Канал зв’язку.** Канал зв’язку – це сукупність технічних пристроїв та програмних засобів, які забезпечують передавання первинних сигналів від джерела до отримувача.

**Демодулятор.** Демодулятор служить для виділення інформаційного сигналу з коливання.

**Декодер коректуючого коду.** Декодер здійснює виявлення та виправлення помилок, та перетворення кодової комбінації у простий код.

**Дешифратор.** Дешифратор вилучає вихідні дані із зашифрованих даних.

**Цифрово-аналоговий перетворювач.** ЦАП забезпечує перетворення дискретного сигналу в неперервний (аналоговий).

**Отримувач.** Отримувач повідомлення є споживачем інформації.

### 2) Параметри блоків

Параметри джерела повідомлень:

1. Ентропія джерела *[біт/символ]*– міра невизначеності випадкової величини
2. коефіцієнт надлишковості джерела *[відн. од.]*  – це відношення , що визначає, яка частина максимально можливої при даному алфавіті ентропії не використовується джерелом.
3. продуктивність джерела, *[біт/с]* – це середня кількість інформації, утворене джерелом за одиницю часу.

***Параметри АЦП та ЦАП***

1. частота дискретизації *[Гц]* – мінімальна частота взяття відліків, по якій можна відновити аналоговий сигнал з задовільною щільністю.
2. інтервал дискретизації *[c]* – максимальний інтервал часу між відліками, при якому можна відновити сигнал по ним із заданою точністю.
3. число рівнів квантування *[рівнів]* . До цих дискретних рівнів АЦП прирівнюються неперервні по амплітуді відліки первинного сигналу.
4. крок квантування *[рівнів]***–** різниця між двома ближніми рівнями квантування
5. значимість війкового коду АЦП – число розрядів кодової комбінації на виході АЦП, якою кодуються рівні квантування.

***Параметри кодера коректуючого коду***

Параметрами коректуючого коду є значущість цього коду, кількість інформаційних символів кодової комбінації *[символів]*;, кратність помилок, що виправляються *[розрядів]*;.

Коректуючі коди будуються так, що для передачі повідомлення використовуються не всі кодові комбінації, а лише деяку їх частину (дозволені кодові комбінації). Тим самим, виникає можливість виявлення і виправлення при непавильному відтворенні деякого числа символів. Коректуючі властивості кодів досягаються введенням в кодові комбінації додаткових(надлишкових) символів.

 ***Параметри модулятор та демодулятор***

Модуляція сигналу здійснюється у спеціальних пристроях – **модуляторах**. За допомогою модуляторів фізично реалізуються оперції, характерні для різних видів модуляції, таких як, дискретизація та квантування. Якісні показники модуляторів прийнято оцінювати за модуляційною характеристикою, під якою розуміють залежність відхилення інформаційного параметра сигналу від постійної модулюючої компоненти. При гармонійному сигналі в модуляційній характеристиці по осі ординат відкладається відхилення: амплітуди А*[В]* при АМ, частоти *f* *[Гц]* при ЧМ, фази *[рад]* при ФМ. Як для АМ, так і для ЧМ і ФМ модуляційна характеристика повинна бути лінійною (в ідеальному випадку). Відхилення від лінійної залежності свідчить про нелінійні спотворення. Саме за допустимою величиною нелінійних спотворень вибирають амплітудомодулюючого сигналу для кожної конкретної схеми модулятора.

Частотні властивості модуляторів визначаються за частотною характеристикою, під якою розуміють залежність основного параметра модульованого сигналу від частоти модулюючого гармоніного сигналу (при постійній його амплітуді). Для гармонічного сигналу такими основними параметрами є коефіцієнт модуляції *[відн. од.]* для АМ, девіація частоти  *[Гц]*  для ЧМ та девіація фази  *[рад]*  для ФМ. Частотна характеристика в ідеальному випадку має вигляд прямої, яка паралельна осі абсцис(частот). Відхилення її від прямої дає можливість як значення частотних спотворень модулятора, так і ефективну смугу частот модулюючого сигналу.

До входу **демодулятора** надходить суміш дискретних сигналів і завад, на їх виході формуються первинні сигнали. Для цього використовуються відомості про форму переданих та прийнятих сигналів, тобто відомості про їх амплітуду, частоту та початкову фазу.

***Параметри каналу зв’язку***

1. Час, на який надано канал для передачі повідомлень *[с]*
2. Смуга частот каналу зв’язку *[Гц]*
3. Допустиме електричне навантаження приймально-передавальної апаратури *[Вт]*
4. Об’єм каналу *[біт]*

Тобто модулятор повинен забезпечити умову , де  – об’єм сигналу.

5) Пропускна здатність *[біт/с]*

3. Розрахунок параметрів АЦП та вихідного сигналу ЦАП

### 1) Структурна схема та принцип роботи АЦП та ЦАП

Перетворення аналогового сигналу в цифровий складається з трьох операцій: спочатку аналоговий сигнал піддається дискретизації по часу з кроком . Отримані відліки миттєвих значень квантуються (пристрій квантування характеризується кількістю рівнів квантування L), після чого отримана послідовність квантованих значень подається за допомогою кодування в вигляді –кових кодових комбінацій (Кодер простого коду – це пристрій, який представляє послідовність квантованих відліків певною послідовністю двійкових імпульсів)

 Отже схема АЦП матиме вигляд:



*Рис. 2 Структурна схема АЦП*

Де  – аналоговий вхідний сигнал;

– дискретизований по часу сигнал;

– квантований за рівнем і дискретизований по часу сигнал;

– цифровий сигнал.

В склад ЦАП буде входити декодер, який буде проводити зворотні перетворення і згладження сигналу.

Отже схема ЦАП матиме вигляд:

****

*Рис. 3 Структурна схема ЦАП*

Де – цифровий сигнал;

– квантований за рівнем і дискретизований по часу сигнал.

### 2) Параметри АЦП і його сигналу на виході

Кодові комбінації, що надійшли, декодер перетворює в квантовану послідовність відліків, тобто в АІМ- сигнал, який детектується ФНЧ.

1. Визначення інтервалу дискретизації та частоти дискретизації.

 Для того, щоб в неперервний сигнал не вносилися лінійні спотворення, граничні частоти смуг пропускання ФНЧ повинні відповідати умові :

 (2.1)

* Для того, щоб ФНЧ не були надто складними, відношення граничних частот вибирають із умови:

  (2.2)

* Граничні частоти смуг затримки ФНЧ повинні відповідати умові:

  (2.3)

* Підставляючи нерівності 2.3 та 2.1 в рівняння 2.2 отримаємо:

; ; ; , де 

* Частота дискретизації:



* Тепер знайдемо інтервал дискретизації

 ,

* де - частота дискретизації.



**2)**Визначимо , , та 

* Для визначення числа рівнів квантування використаєм формулу:

 (2.4)

* Знаючи допустиме відношення сигнал/шум квантування і коефіціент амплітуди первинного сигналу () виведемо з формули (2.4) допустиме число рівнів квантування:

 (2.5)

* Переведемо з дБ в рази по формулі:

; 

* Підставимо у формулу (2.5) числове значення, отримаємо:



* Визначимо значність двікового коду АЦП , є ціле число. Тому число рівнів квантування  вибирається як ціла степінь числа 2, при якій  .

 .

* Число рівнів квантування , значність двійкового коду .
* Визначимо тривалість двійкового символу на вході АЦП:



* Розрахуємо відношення сигнал/шум квантування  при розрахованних параметрах АЦП. Відношення сигнал/шум квантування знаходиться по формулі:

,

де -число рівнів квантування, -коефіцієнт амплітуди.

* Переведемо з раз у дБ:



* Визначення інтервалу дискретизації проведемо за формулою:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4.6) |

 с

* Тривалості символу:

|  |  |
| --- | --- |
| с  | (4.7) |

* Швидкість модуляції В



4. Кодування коректуючим (завадостійким) кодом

Кодування коректуючим (завадостійким) кодом

У табл.3 наведені три рівні кодування, записані у двійковій системі числення. З них ми утворюємо поліноми. За допомогою породжуючи поліномів формуємо дозволені вихідні комбінації кодера.

*Таблиця 3*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Рівні квантування | Двійкова система числення | Поліном | Породжуючі поліноми | Дозволені вихідні комбінації |
| *35* | *100011* |  |  |  |
| *3* | *11* |  |  |  |
| *51* | *110011* |  |  |  |

Сигнал з виходу АЦП надходить до входу кодера завадостійкого коду. В дискретному каналі зв’язку (від виходу АЦП до входу ЦАП) використовується завадостійке кодування циклічним кодом (n,k) з мінімальною кодовою віддалю .

За заданою довжиною коду АЦП(кількістю інформаційних символів) знайдемо максимальну степінь полінома(кількість перевірочних символів) за формулою:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5.1) |



За таблицею поліномів вибираємо твірний поліном 

* ***Якщо рівень квантування 35:***



Отже 

Знаходимо дозволені вихідні комбінації:

**

**

Звідси  – дозволена вихідна комбінація

* ***Якщо рівень квантування 3:***



Отже 

Знаходимо дозволені вихідні комбінації:





Звідси  – дозволена вихідна комбінація

* ***Якщо рівнів квантування 51:***



Отже 

Знаходимо дозволені вихідні комбінації:





Звідси  – дозволена вихідна комбінація

Порівнюємо віддалі між комбінаціями на вході та виході декодера:

**Визначаємо віддалі між комбінаціями на вході декодера:**

1. ***для рівня квантування 35 і 3:***

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | *1* | *0* | *0* | *0* | *1* | *1* |
| *0* | *0* | *0* | *0* | *1* | *1* |
|  | *1* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | *1* | *0* | *0* | *0* | *1* | *1* | *0* | *1* | *1* | *1* |
| *0* | *0* | *0* | *0* | *1* | *1* | *0* | *0* | *1* | *0* |
|  | *1* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *1* | *0* | *1* |

* *

1. ***для рівня квантування 3 і 51:***

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | *1* | *0* | *1* | *1* | *0* | *1* |
| *0* | *0* | *1* | *1* | *0* | *1* |
|  | *1* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | *1* | *1* | *0* | *0* | *1* | *1* | *1* | *0* | *0* | *1* |
| *0* | *0* | *0* | *0* | *1* | *1* | *0* | *0* | *1* | *0* |
|  | *1* | *1* | *0* | *0* | *0* | *0* | *1* | *0* | *1* | *1* |

* *

1. ***для рівня квантування 51 і 35:***

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | *1* | *0* | *0* | *0* | *1* | *1* |
| *1* | *1* | *0* | *0* | *1* | *1* |
|  | *0* | *1* | *0* | *0* | *0* | *0* |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | *1* | *0* | *0* | *0* | *1* | *1* | *0* | *1* | *1* | *1* |
| *1* | *1* | *0* | *0* | *1* | *1* | *0* | *0* | *0* | *1* |
|  | *0* | *1* | *0* | *0* | *0* | *0* | *0* | *1* | *1* | *0* |

* *

***Визначимо тривалість символу на вході та на виході декодера:***

; ; .

; ; .

5. Шифрування в системі передачі інформації

1)Можливості проникнення до системи

Найвразливішим місцем системи передачі інформації є лінії зв'язку.

Під лінією зв'язку розуміють сукупність фізичних електричних провідників, що мають спільне середовище поширення і використовуються для передавання сигналів від передавача до приймача. Такими фізичними електричними провідниками можуть бути пара дротів, коаксиальний кабель, ланцюжок радіорелейних станцій, частина простору між передавальною та приймальною антенами.

При проходженні лінією зв'язку сигнали, по-перше, значно зменшуються (ослаблюються, що може призвести до стороннього втручання), по-друге, зазанають впливу стороніх електромагнітних коливань – завад. Антенна приймача, наприклад, сприймає дуже малу частину енергії, що випрмінюється антенною передавача. Завади ж в антені приймача часто набагато більші за корисний сигнал. Отже, на виході лінії зв'язку буде суміш прийнятого сигналу і завади.

1. Заходи щодо захисту інформації

Технічний захід - це захід щодо захисту інформації, що передбачає за­стосування спеціальних технічних засобів і реалізацію технічних рішень.

Технічні заходи спрямовані на закриття каналів витоку інформації шляхом ослаблення рівня інформаційних сигналів або зменшенням відно­шення сигнал/шум у місцях можливого розміщення портативних засобів розвідки чи їхніх датчиків до величин, що забезпечують неможливість ви­ділення інформаційного сигналу засобом розвідки, і проводяться з вико­ристанням активних і пасивних засобів.

До технічних заходів з використанням пасивних засобів відносяться:

* контроль і обмеження доступу на об'єкти ТЗПІ(технічних засобів прийому, обробки, збереження і передачі інформації) й у виділені при­міщення:
* установка на об'єктах ТЗПІ й у виділених приміщеннях технічних за­собів і систем обмеження і контролю доступу.
* локалізація випромінювань:
* екранування ТЗПІ і їхніх сполучних ліній;
* заземлення ТЗПІ й екранів їхніх сполучних ліній;
* звукоізоляція виділених приміщень.
* розв'язання інформаційних сигналів:
* установка спеціальних засобів захисту типу "Граніт" у допоміжних технічних засобах і системах, що володіють "мікрофонним ефектом"(наприклад «Виброфон-Т») і мають вихід за межі контрольованої зони;

 

*Рис. 4 Граніт та Віброфон-Т*

* установка спеціальних діелектричних вставок в екрани кабелів елект­роживлення, труб систем опалення, водопостачання і каналізації ма­ють вихід за межі контрольованої зони;
* установка автономних чи стабілізованих джерел електроживлення ТЗПІ;
* установка пристроїв гарантованого живлення ТЗПІ (наприклад, мотор-генераторів);



*Рис. 5 TEMCo's****Motor Generator***

* установка в колах електроживлення ТЗШ, а також у лініях освітлюва­льної і розеткової мереж виділених приміщень завадопоглинаючих фільтрів типу ФП.

***До технічних заходів з використанням активних засобів відносяться:***

* Просторове зашумлення:
* просторове електромагнітне зашумлення з використанням генерато­рів шуму чи створення направлених завад (при виявленні і визначенні частоти випромінювання закладного пристрою чи побічних електро­магнітних випромінювань ТЗГП) з використанням засобів створення направлених завад;
* створення акустичних і вібраційних перешкод з використанням гене­раторів акустичного шуму;
* придушення диктофонів у режимі запису з використанням придушувачів диктофонів.
* лінійне зашумлення:
* лінійне зашумлення ліній електроживлення та сторонніх провідників і сполучних ліній ДТЗС, що мають вихід за межі контрольованої зони.
* знищення закладних пристроїв:
* знищення закладних пристроїв, підключених до лінії, з використан­ням спеціальних генераторів імпульсів (випалювачів "жучків").

3)Методи шифрування: кодом Цезаря та методом Вінжера

***Кодування кодом Цезаря***

Алфавіт для шифрування (кількість ): А Б В Г Д Е Є Ж З И І Ї К Л М Н О П Р С Т У Ф Х Ц Ч Ш Щ Ю Ь Я «-» «пробіл»

Зашифруємо фразу «Лексографічний\_порядок\_перестановок» кодом Цезаря зі зміщенням 

*Таблиця 1*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| л | е | к | с | о | г | р | а | ф | і | ч | н | и | й | \_ | п | о | р | я | д | о | к | \_ |
| ч | о | ц | - | ю | м | ь | й | б | у | д | щ | т | х | ї | я | ю | ь | з | н | ю | ц | ї |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| п | е | р | е | с | т | а | н | о | в | о | к |
| я | о | м | о | - | \_ | й | щ | ю | л | ю | ц |

***Кодування методом Віженера***

Зашифруємо фразу «Лексографічний\_порядок\_перестановок» кодом Віженера з ключем «Доступ»:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| л | е | к | с | о | г | р | а | ф | і | ч | н | и | й | \_ | п | о | р | я | д | о | к | \_ |
| 15 | 6 | 14 | 21 | 18 | 4 | 20 | 1 | 24 | 11 | 28 | 17 | 10 | 13 | 34 | 19 | 18 | 20 | 31 | 5 | 18 | 14 | 34 |

*Таблиця 1*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| п | е | р | е | с | т | а | н | о | в | о | к |
| 19 | 6 | 20 | 6 | 21 | 22 | 1 | 17 | 18 | 3 | 18 | 4 |

Таким же чином нумерують ключ(записаний циклічно)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| д | о | с | т | у | п | д | о | с | т | у | п | д | о | с | т | у | п |
| 5 | 18 | 21 | 22 | 23 | 19 | 5 | 18 | 21 | 22 | 23 | 19 | 5 | 18 | 21 | 22 | 23 | 19 |

*Таблиця 2*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| д | о | с | т | у | п | д | о | с | т | у | п | д | о | с | т | у |
| 5 | 18 | 21 | 22 | 23 | 19 | 5 | 18 | 21 | 22 | 23 | 19 | 5 | 18 | 21 | 22 | 23 |

Додаємо відповідні номери(якщо номер перевищує довжину алфавіту, зменшуємо його на n) і шифруємо за знайденими номерами повідомлення

*Таблиця 3*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 20 | 24 | 1 | 9 | 7 | 23 | 25 | 19 | 11 | 33 | 17 | 2 | 15 | 31 | 21 | 7 | 7 | 5 |
| р | ф | а | з | є | у | х | п | і | - | н | б | л | я | с | є | є | д |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2 | 23 | 5 | 2 | 23 | 4 | 11 | 4 | 27 | 9 | 11 | 20 | 22 | 2 | 24 | 6 | 26 |
| б | у | д | б | у | г | і | г | ч | з | і | р | т | б | ф | є | ц |

**6. Модулятор системи передачі.**

1. ***Структурна схема амплітудного методу модуляції***



*Рис. 11. Структурна схема модулятора АМ-2*

1. ***Часова діаграма***



*Рис.12. Часова діаграма сигналу на виході модулятора АМ-2 для рівня квантування 35*

35=

* Ширина спектру визначається за формулою:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

* Ширина спектру не модульованого сигналу:

;

* Ширина спектра модульованого сигналу:



(первинного сигналу)

7. Аналіз роботи демодулятора

У некогерентному прийомі рішення у вирішуючому пристрої (ВП) про переданий сигнал приймається не за миттєвими значеннями напруги на виході кіл оброблення, а за значенням обвідної. Алгоритм оптимального некогерентного прийому такий [1]:

 (12)

Для виділення обвідної у схемі демодулятора після узгодженого фільтра (УФ) вмикають амплітудні детектори (АД). У результаті схема некогерентного демодулятора амплітудної модуляції матиме вигляд як на рис.6.



*Рис. 6. Структурна схема некогерентного демодулятора сигналу АМ-2*

Ймовірність помилки символу на виході оптимального демодулятора при АМ-2 модуляції та некогерентному прийомі знайдемо за формулою [1]:

 (13)



Як бачимо для даної системи передачі ймовірність помилки символу на виході оптимального демодулятора є достатньо низькою.

1. Порівняння завадостійкості систем зв’язку

1) Імовірність однократних і двократних помилок на вході декодера коректуючого коду розраховується за формулою:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  (8.1) |

Де n – довжина коду, k – кількість помилок, а

|  |  |
| --- | --- |
|  |  (8.2) |

* Ймовірність помилки визначається:

|  |  |
| --- | --- |
| *
 | * + (8.3)
 |

* Імовірність коду помилки використовуємо з п.7(2)
* 
* Знайдемо за формулою (8.3)
* 
* Імовірність однократної помилки:
* 
* Імовірність двократної помилки:



2) Імовірність однократних помилок у кодовій комбінації у системі передачі без завадостійкого кодування:



3) Розрахувавши імовірності помилок можна зробити наступний висновок. Імовірність появи двократної помилки у системі передачі з завадостійким кодуванням менша за імовірність появи однократної помилки у системі передачі без завадостійкого кодування:



Тобто, доцільніше використовувати системи з завадостійким кодуванням, оскільки імовірність появи помилок менша у кілька разів.

1. Декодування коректуючого коду

Використовуючі дані, отримані у п.5, розраховуємо таблицю синдромів (табл.5).

*Таблиця 5*

*Таблиця синдромів*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0111 | 1010 | 0101 | 1011 | 1100 | 0110 | 0011 | 0100 | 0100 | 0010 | 0001 |

* Розрахуємо синдром для кодової комбінації :



Синдром дорівнює 0, отже помилки немає.

Введемо у комбінацію помилку в  розряді. Отже, комбінація з помилкою буде – 



Синдром для комбінації з помилкою в  розряді дорівнює 0001 і співпадає з таблицею синдромів

10. Розрахунок інформаційних характеристик системи передачі

* Швидкість надходження інформації з виходу АЦП розраховується так:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (10.1) |

Де  – тривалість символу;  – довжина повідомлення

* Тоді, продуктивність джерела: 



* Оскільки ймовірність появи помилки нехтовно мала, вважаємо 

За формулою К. Шенона, про пропускна здатність неперервного каналу зв’язку:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (10.2) |

Де - ширина спектра модульованого сигналу, - відношення сигнал/шум.

* Коефіцієнт інформаційної ефективності знаходимо за формулою:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (10.3) |



Даний коефіцієнт повинен наближатися до 1. Чим вищим він є, тим кращою є ефективність системи.

* Коефіцієнт енергетичної ефективності знаходимо за формулою:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (10.4) |



Даний коефіцієнт також повинен бути якомога вищим і наближатись до 1. Підвищити цей коефіцієнт можна зменшуючи амплітуду сигналу або ж збільшивши потужність джерела.

* Коефіцієнт частотної ефективності знаходимо за формулою:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (10.5) |

Тоді коефіцієнт частотної ефективності:



Коефіцієнт частотної ефективності повинен бути якомога вищим. Щоб отримати більше значення коефіцієнта необхідно збільшувати швидкість передачі інформації.

11. Аналіз аналогової системи передачі

1)Структурна схема аналогової системи передачі

Нехай неперервне повідомлення від джерела із заданими параметрами передається (без перетворення в цифровий сигнал) за допомогою аналогової частотної модуляції (ЧМ).



*Рис. 9 Структурна схема аналогової системи передачі методом ЧМ*

2) Розрахунки аналогової системи передачі

* Визначаємо індекс модуляції
* за умови обмеженої смуги пропускання каналу зв’язку 

|  |  |
| --- | --- |
|  | (12.1) |

Отже,



* Ширина спектру частотної модуляції:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (12.2) |

Звідси,



* Розраховуємо виграш демодулятора і відношення сигнал/шум на виході демодулятора.

|  |  |
| --- | --- |
|  | (12.3) |

де -індекс частотної модуляції, - коефіцієнт розширення смуги частот при ЧМ.

|  |  |
| --- | --- |
|  | (12.4) |



* Тоді виграш демодулятора:









|  |  |
| --- | --- |
|  | (12.4) |



Отже , а , отже цифрова система передачі є кращою при застосуванні її у засобах передачі інформації, за рахунок високої завадостійкості. Цей критерій дозволяє знизити вплив завад і спотворень на якість передачі інформації, а також забезпечує стабільність якості передачі лінії зв’язку.

На сучасному етапі розвитку зв’язку особливо важливим є можливість підвищення надійності та якості передачі інформації, що якраз і забезпечує цифрова система передачі інформації.

12. Висновки

В даній курсовій роботі було проведено розрахунок цифрової системи передачі, а потім її характеристики були зрівняні з характеристиками аналогової.

Типовими прикладами цифрових систем передавання неперервних повідомлень є системи з ІКМ (імпульсно-кодова модуляція) та ДМ (дискретна модуляція). Основні операції перетворення: дискретизація і квантування. Отриману послідовність квантованих відліків кодують і передають по дискретному каналу. На приймальній стороні після декодування відновлюють (з деякою точністю) неперервне повідомлення.

 Основна технічна перевага цифрових СПІ (систем передачі інформації) перед системами неперервного типу - висока завадостійкість, яка найбільше проявляється у СПІ з багатократною ретрансляцією (переприйманням) сигналів (кабельні та радіорелейні лінії з великою протяжністю). У таких системах завади і спотворення можуть накопичуватись. Якщо на кожному ретрансляторі сигнал лише підсилювати, то адитивні завади у кожній ланці статистично незалежні і їх потужність на виході рівна сумі потужностей завад усіх ланок.

 З метою послаблення ефекту накопичення завад при передаванні з ретрасляціями поряд з підсиленням проводять регенерацію імпульсів, тобто демодуляцію з відновленням переданих кодових символів і повторну модуляцію на переприймальному пункті. Адитивна завада з входу ретраслятора не поступає на його вихід.

При ЦСПІ (цифрових системах передачі інформації) застосовують завадостійке кодування для підвищення вірності.

Переваги ЦСПІ:

* висока завадостійкість дозоляє здійснювати дальній зв'язок по каналах невисокої якості.
* можливість застосування цифрової обчислювальної техніки і мікроелектроніки.
* поєднання в одній системі сигналів передачі даних, мови, ТБ для інтеграції систем передавання і систем комунікації.
* простота з’єднання цифрового каналу з ЕОМ, апаратурою зв'язку та автоматики і управління.

**Захист інформації від її витоку технічними каналами зв'язку забезпечується наступними засобами й заходами:**

* використанням екранованого кабелю й прокладкою проводів і кабелів в екранованих конструкціях;
* установкою на лініях зв'язку високочастотних фільтрів;
* побудовою екранованих приміщень ("капсул");
* використанням екранованого устаткування;
* установкою активних систем зашумлення.
* шифруванням даних

Отже,метою даної роботи був вибір та анліз СТЗІ. Було розглянуто дві системи передачі інформації та проведено їх порівняння. Описано способи підвищення завадостійкості даних систем а також методи шифрування сигналів, що гарантує конфіденційність інформації що передається .Також в ході даної роботи було описано і використано циклічне кодування, що підвищує конфіденційність .При аналізі ймовірності похибки при передачі можемо зробити висновок щодо високої вірності переданої інформації а також її цілісності,що говорить про ефективність використання даної СТЗІ і підтверджується коефіцієнтами знайденими в пункті 9.

13. Список літератури

1. Зюко А. Г. Теория передачи сигналов: Учебник для вузов / А. Г. Зюко, Д. Д. Кловский, М. В. Назаров, Л. М. Финк. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Радио и связь, 1986. – 304 с.

2. Зюко А. Г. Теория передачи сигналов: Учебник для вузов / А. Г. Зюко, Д. Д. Кловский, М. В. Назаров, Л. М. Финк. – М. : Связь, 1980. – 288 с.

4. Панфілов І. П. Теорія електричного зв’язку / І. П. Панфілов, В. Ю. Дирда, А. В. Капацін. – К. : «Техніка», 1998. – 328 с.

5. Хорошко В. А. Методы и средства защиты информации / В. А. Хорошко, А. А. Чекатков. – К. : Издательство Юниор, 2003. – 503 с.

6. Шнайер Брюс. Прикладная криптография 2-е издание. Протоколы, алгоритмы и исходные тексты на языке С / Брюс Шнайер. – М. : Триумф, 2002. – 816 с.