

РОЗДІЛ 5

ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЯ ТА ЗВ'ЯЗОК

УДК 621.394.147

О.М. Галушко¹, Л.О. Токар¹, В.Л. Грищенко¹

¹Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛЕЙ ПРИСТРОЇВ ЛІНІЙНОГО КОДУВАННЯ

Анотація. Наведено результати досліджень моделей пристроїв лінійного кодування, які отримано за допомогою програмного забезпечення NI Multisim версії 14.2, при цьому: здійснено удосконалення існуючих моделей цих пристроїв, виконано перевірку правильності їх роботи шляхом аналізу осцилограм сигналів на виходах декодерів, встановлено здатність моделей до виявлення завади у вигляді помилкового біта в закодованому сигналі, а також спроможність відновлення декодерами спотвореного при передаванні сигналу.

Ключові слова: лінійне кодування, пристрої, моделі, програмне забезпечення, осцилограми, сигнали, завади, спотворення, спроможність, відновлення.

Вступ. Сучасні пристрої передавання даних дозволяють доставляти величезні обсяги інформації по мідним, оптичним або бездротовим лініям зв'язку у закодованому вигляді. Кодування даних є одним з ключових процесів в системах передачі, обробки та зберігання інформації. Процес перетворення дискретних сигналів, в форму сигналу придатну для подальшої передачі по лініям зв'язку називають лінійним кодом.

У галузі математики та теорії інформації лінійний код - тип блокового коду, що використовується в схемах визначення та корекції помилок. Лінійні коди, у порівнянні з іншими кодами, дозволяють реалізовувати більш ефективні алгоритми кодування та декодування інформації.

Кодування переслідує кілька цілей. Перша з них полягає в тому, щоб надати повідомлення в такій системі символів, яка забезпечувала б простоту і надійність апаратної реалізації інформаційних пристроїв і їх необхідну ефективність. Друга - в тому, щоб забезпечити найкраще узгодження властивостей джерела повідомлень з властивостями каналу зв'язку, що забезпечує вигреш в часі передачі, тобто підвищує ефективність системи. Нарешті, при наявності перешкод, кодування може забезпечити досить високу достовірність передачі або обробки інформації.

Важливим аспектом кодування є зміна структури сигналів, але це не повинно змінювати достовірність інформації первісного повідомлення.

Правильний вибір лінійного коду дозволяє підвищити швидкість передачі інформації, від цього залежить також складність мережної апаратури (вузли кодування і декодування).

Тип коду повинен:

- забезпечити найменшу ширину спектра сигналу при заданій швидкості передачі інформації,
- мінімізувати величину постійної складової в спектрі лінійного сигналу,
- забезпечувати надійну підтримку приймачем тактової синхронізації,
- бути схильним до розпізнавання помилок,
- мати низьку вартість реалізації.

Базова класифікація лінійних кодів має 4 групи сигналів ІКМ:

1. Без повернення до нуля. 2. З поверненням до нуля. 3. Фазове кодування. 4. Багаторівневе кодування [2].

Найбільш відомими та найбільш поширеними серед лінійних кодів, які представляють кожен з вказаних груп базової класифікації, є такі коди:

- без повернення до нуля – NRZ (non return to zero),
- з поверненням до нуля – RZ (return to zero),
- код з чергуванням імпульсів – AMI (*Alternate Mark Inversion*),
- манчестерський – двійковий код без постійної складової, в якому значення кожного переданого біта визначається напрямком зміни логічного рівня в середині обумовленого заздалегідь часового інтервалу.

Постановка задачі. Метою публікації є підвищення використання пристроїв лінійного кодування шляхом визначення їх характеристик при моделюванні роботи в конкретних умовах.

Основні задачі дослідження:

- здійснити удосконалення моделей пристроїв лінійного кодування шляхом усунення недоліків в існуючих реалізаціях;
- виконати перевірку правильності роботи удосконалених моделей на підставі аналізу осцилограм сигналів на виходах декодерів;
- створити модель завади у вигляді помилкового біта в закодованому сигналі та перевірити здатність виявлення пристроями цієї помилки;
- реалізувати модель внесення спотворень до закодованого сигналу та проаналізувати здібності пристроїв до його відновлення;
- виконати порівняння ефективності реалізованих моделей пристроїв декодування щодо виявлення завад та відновлення спотворень.

Основний зміст роботи. Для реалізації, удосконалення та дослідження моделей пристроїв лінійного кодування обрано програмне забезпечення NI Multisim версії 14.2.

На першому етапі створено схеми моделей кодерів та декодерів на базі елементної бази обраного програмного забезпечення та перевірена їх працездатність шляхом аналізу осцилограм вхідних та вихідних сигналів.

На другому етапі здійснено дослідження моделей на чутливість до завад, конкретно - до впливу помилкового біта на результат кодування. При появі

такого типу завади виявлені дві можливі ситуації поведінки декодерів: коли помилковий біт існував на протязі всього часу тривалості інформаційного імпульсу, і коли цей біт з'являвся на протязі тільки частини часу існування цього імпульсу.

Характеристики моделей досліджуваних пристроїв зведено у таблицю 1.

Результати досліджень щодо уніполярного коду RZ – схема моделі – рис.1. Цей код має найкращі характеристики, що відображають осцилограми – рис. 2 – 4.

Таблиця 1

Модель лінійного коду	Характеристика			
	Складність реалізації	Недоліки кодеру	Здатність виявити помилку	Відновлення спотвореного сигналу
Уніполярний NRZ	Проста	Не виявлено	Не виявляє	Повністю відновлює
Біполярний NRZ	Проста	Не виявлено	Не виявляє	Відновлює не в повному обсязі
Уніполярний RZ	Складна	Не виявлено	Виявляє	Повністю відновлює
Біполярний RZ	Складна	Незначні	Виявляє	Відновлює не в повному обсязі
Манчестерський	Проста	Незначні	Не виявляє	Повністю відновлює
AMI	Найскладніша	Незначні	Виявляє	Не відновлює

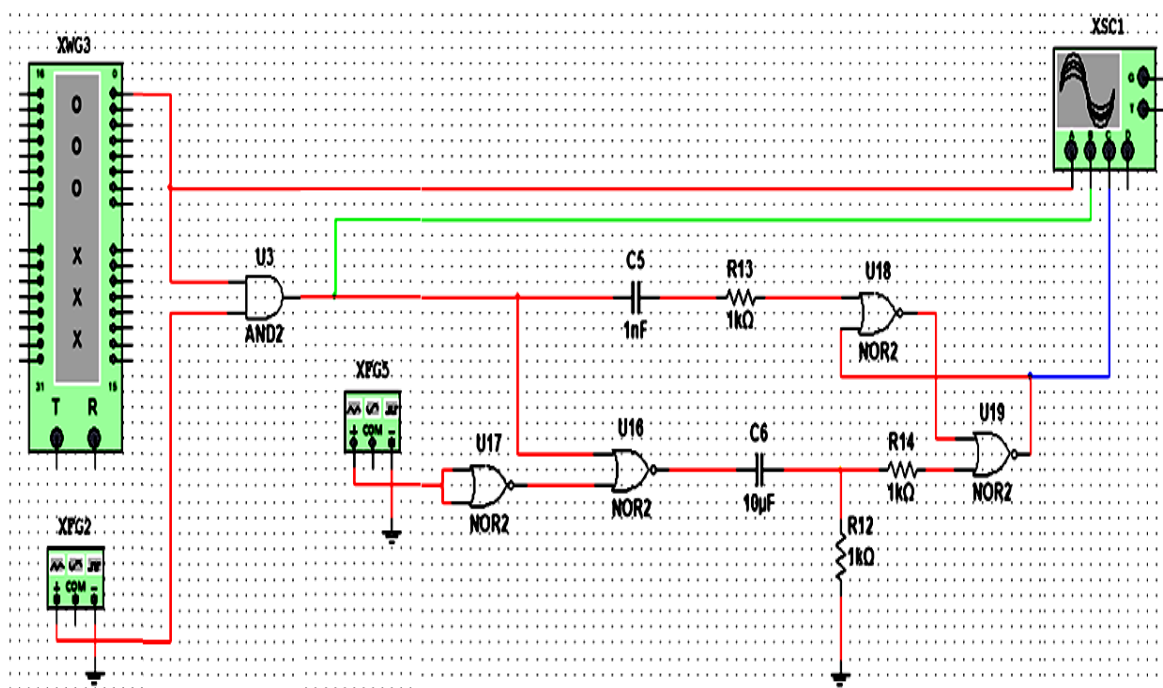


Рис. 1. Модель пристрою (кодер – декодер) уніполярного коду RZ

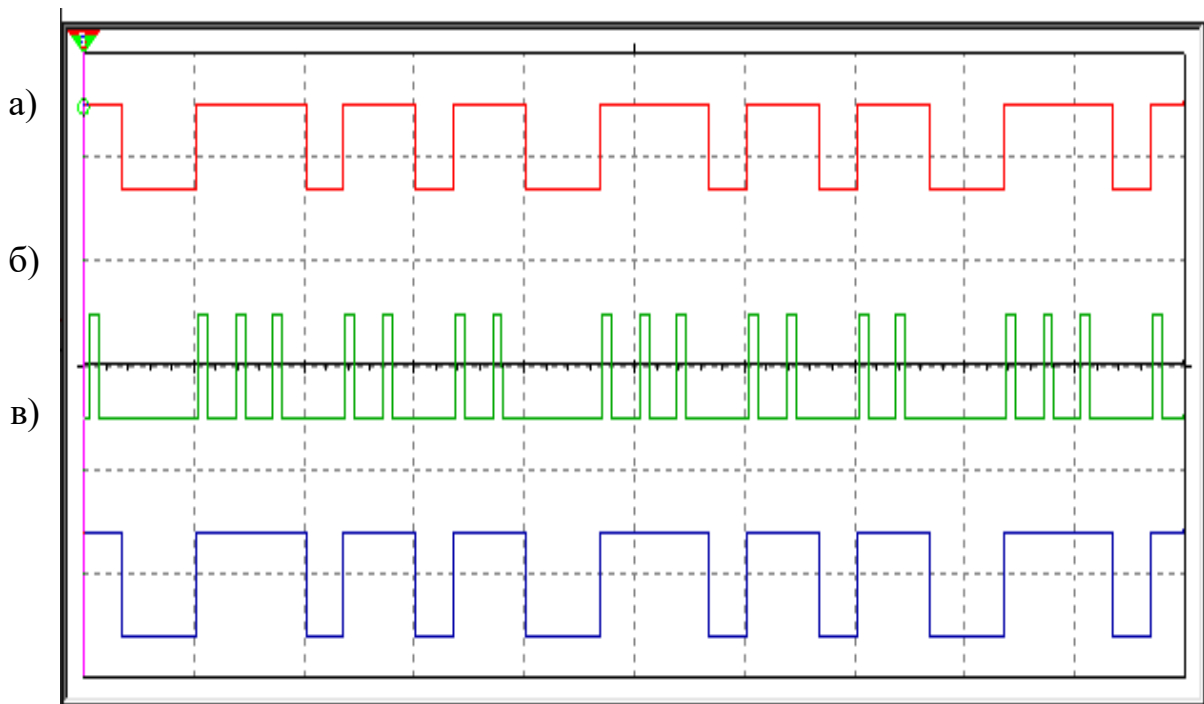


Рис. 2. Осцилограми роботи моделі пристрою уніполярного коду RZ:
 а) вхідний сигнал, б) кодований сигнал, в) декодований сигнал

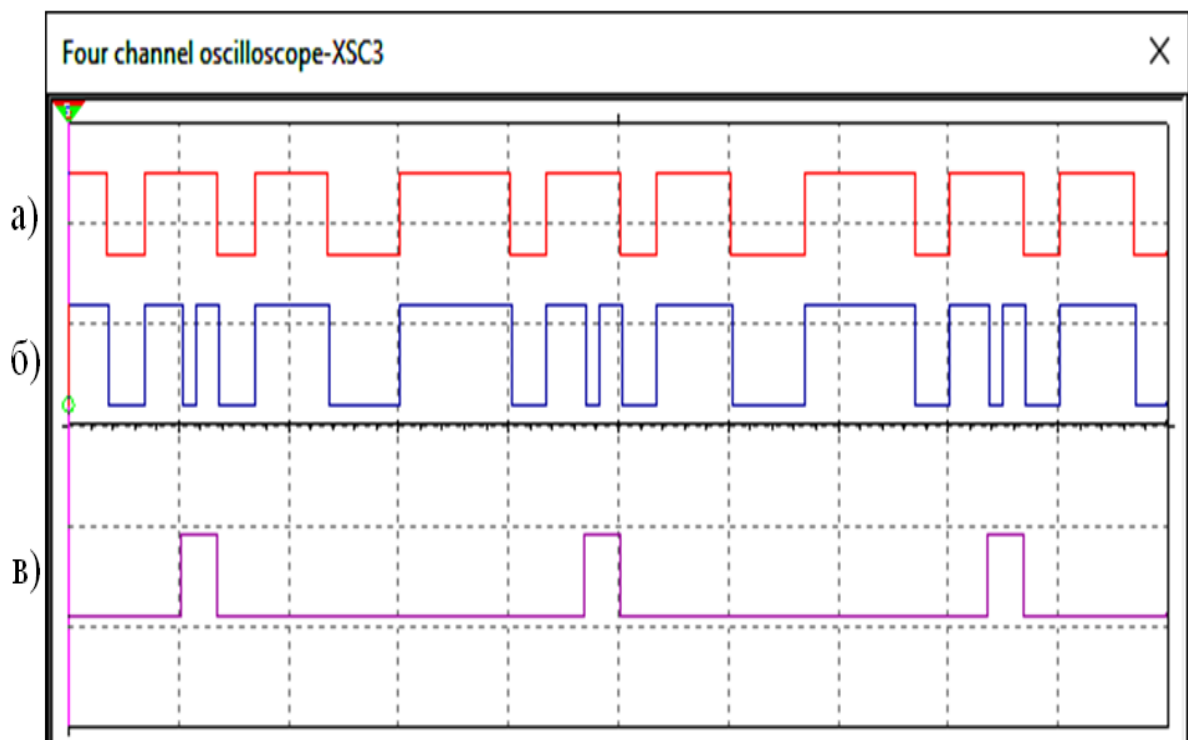


Рис. 3. Осцилограми роботи моделі пристрою уніполярного коду RZ при наявності помилкового біта: а) вхідний сигнал, б) вихідний сигнал, в) сигнал помилкового біта

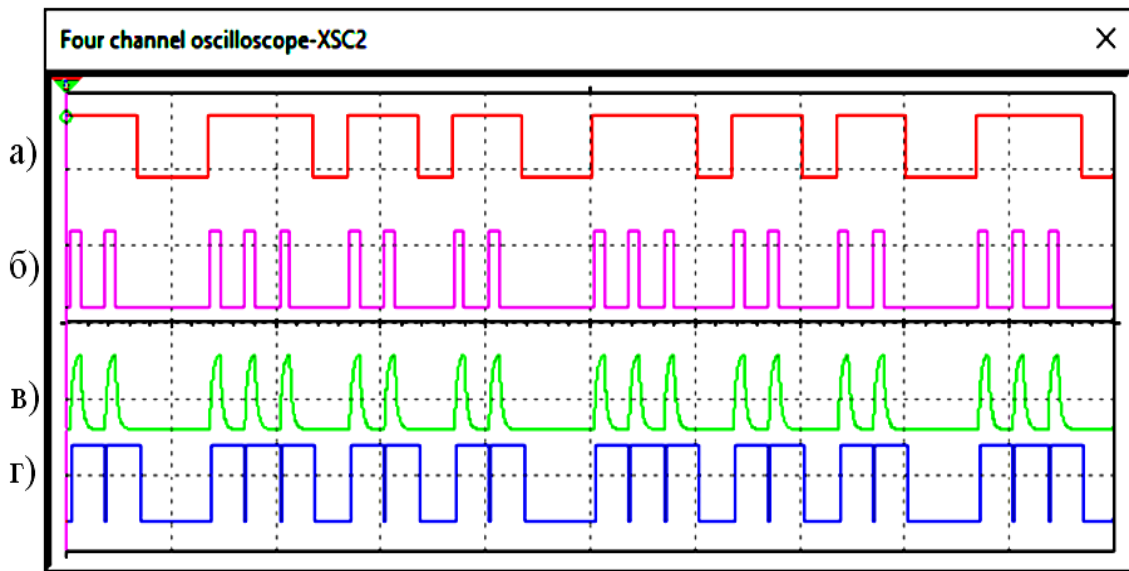


Рис. 4. Осцилограми роботи моделі пристрою уніполярного коду RZ при спотворенні сигналу під час передачі: а) вхідний сигнал, б) кодований сигнал, в) спотворений сигнал, г) декодований сигнал

Наукова новизна полягає у встановленні можливостей розглянутих типів пристроїв лінійного кодування щодо виявлення завад у декодованому сигналі, а також здатності відновлення форми вихідних сигналів при наявності спотворень при передаванні інформації.

Висновки. Виконані дослідження дозволили встановити можливості моделей пристроїв лінійного кодування до виявлення завад та протидії спотворенням у вигляді пошкоджень форми інформаційних імпульсів, які можуть утворюватися в каналах зв'язку.

Встановлено наступне:

- найкраща завадостійкість до спотворень сигналу виявилася у моделей пристроїв кодування уніполярного RZ та NRZ;
- найгірша завадостійкість до спотворень - у пристрою кодування АМІ;
- здатність до виявлення завади показали моделі уніполярного та біполярного коду RZ та коду АМІ;
- манчестерський код та коди NRZ не спроможні до виявлення завади.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Бернارد Скляр. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. Изд. 2-е, испр.: Пер. с англ. – М: Издательский дом «Вильямс», 2003.– 113-121с.

2. Многофункциональный синтез СПД. Лекция 03 Физическое (линейное) кодирование. (Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <https://docplayer.com/28903042-Mnogofunkcionalnyy-sintez-spd-lekciya-03-fizicheskoe-lineynoe-kodirovanie.html> -Загол. з екрана.

3. Цифровая связь - линейные коды. (Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <https://coderlessons.com/tutorials/akademicheskii/izuchite-tsifrovuiu-sviaz/tsifrovaia-sviaz-lineinye-kody> - Загол. з екрана.