

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/172.00.1/Б/ОК15- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 1

Лабораторна робота 7

Приймання цифрових сигналів з використанням принципу оптимальної узгодженої фільтрації

1. Мета лабораторної роботи

Дослідження ефективності використання в цифровій системі передавання інформації принципу оптимальної узгодженої фільтрації за трьох видів сигналів, коли їхня суміш з завадою є адитивною і спектри сигналу та завади є різними і повністю перекриваються (перебувають в одному частотному діапазоні). У результаті виконання лабораторної роботи набути такі практичні знання та вміння:

1.1. Знати як змінюються можливості оптимальної узгодженої фільтрації у разі зміни форми сигналу.

1.2. Вміти складати методики і практично виконувати порівняльне дослідження ефективності принципу оптимальної узгодженої фільтрації для різних видів сигналів.

2. Підготовка до роботи

1. Опрацювати за підручником [3, розділ 21].
2. Вивчити опис цієї роботи.
3. Заготовити таблиці для результатів вимірів.
4. Виконати необхідні розрахунки.
5. Відповісти на питання самоперевірки.

3. Постановка задач дослідження в лабораторній роботі

1. Перевірте твердження з теорії оптимальної узгодженої фільтрації про те, що осцилограма сигналу на виході оптимального узгодженого фільтра у разі подавання на його вхід «свого» сигналу відповідає його автокореляційній характеристиці.

2. Перевірте твердження з теорії оптимальної узгодженої фільтрації про те, що імпульсна характеристика оптимального узгодженого фільтра являє собою «дзеркальне відображення» «свого» вхідного сигналу, з яким цей фільтр є узгодженим.

3. Дослідіть умови приймання (виявлення) «свого» цифрового сигналу у разі надходження на вхід оптимального узгодженого фільтра адитивної суміші «свого» цифрового сигналу та сигналу завади. Як сигнал завади використовуйте

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/172.00.1/Б/ОК15- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 2

флуктуаційну заваду (див. п. 4). Забезпечте виконання умов:

а) спектральні характеристики «свого» цифрового сигналу та сигналу завади повністю перекриваються;

б) відношення сигнал/шум дорівнює або є меншим від одиниці (у цій роботі відношення сигнал/шум доцільно оцінювати відношенням значень «максимальний рівень сигналу» та «максимальний рівень, який досягає флуктуаційна завада»). Виконання цієї умови означає, що виявлення в суміші цифрового сигналу пороговим методом є неможливим.

4. Опис засобів для виконання досліджень

У лабораторній роботі передбачено використання трьох цифрових сигналів однакової тривалості, які представляють такі одинадцятирозрядні кодові комбінації:

а) 11111111111;

б) 10101010101;

в) 11100010010 (у теорії електрозв'язку останню кодову комбінацію називають «кодова комбінація Баркера» [1, с. 79-83; 4, с. 184-185; 5, с. 44-49]).

Осцилограми цих кодових комбінацій наведені на рис. 7.1.

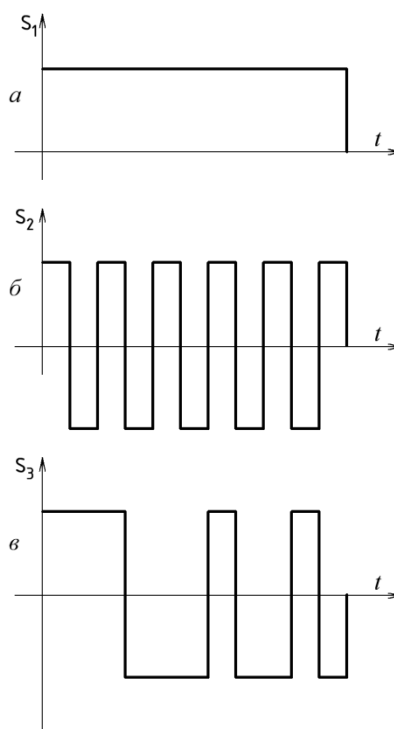


Рис.7.1. Осцилограми цифрових сигналів заданих кодових комбінацій

Структурна схема лабораторної макета зображена на рис. 7.2.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/172.00.1/Б/ОК15- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 3

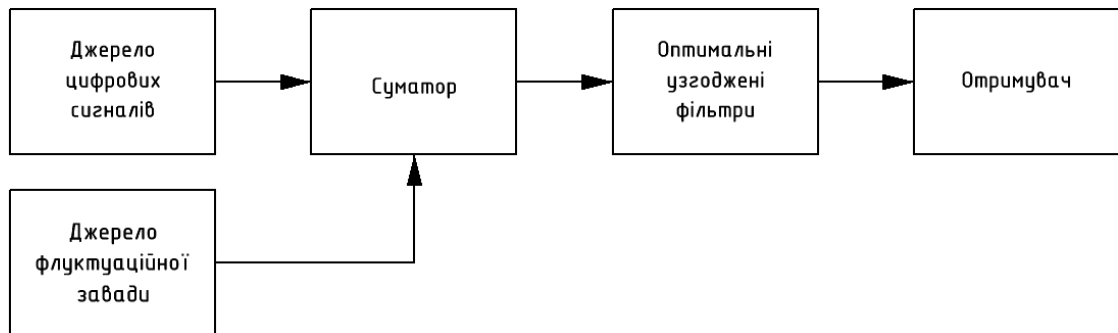


Рис. 7.2. Структурна схема лабораторної макета

5. Методики, які необхідно скласти і використати під час виконання досліджень у цій лабораторній роботі

5.1. Методика виконання першої задачі дослідження згідно з п. 3.1.

5.1.1. На вхід оптимального узгодженого фільтра для цифрового сигналу кодової комбінації 1111111111 подайте «свій» цифровий сигнал (див. рис. 7.1, а).

5.1.2. За допомогою осцилографа спостерігайте сигнали на виходах «свого» і «чужих» оптимальних узгоджених фільтрів. Осцилограми вхідного та вихідних сигналів потрібно зарисувати.

5.1.3. На вхід оптимального узгодженого фільтра для цифрового сигналу кодової комбінації 1010101010 подайте «свій» цифровий сигнал (див. рис. 7.5, б).

5.1.4. За допомогою осцилографа спостерігайте сигнали на виходах «свого» і «чужих» оптимальних узгоджених фільтрів. Осцилограми вхідного та вихідних сигналів потрібно зарисувати.

5.1.5. На вхід оптимального узгодженого фільтра для цифрового сигналу кодової комбінації Баркера 11100010010 подайте «свій» цифровий сигнал (див. рис. 7.5, в).

5.1.6. За допомогою осцилографа спостерігайте сигнали на виходах «свого» і «чужих» оптимальних узгоджених фільтрів. Осцилограми вхідного та

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/172.00.1/Б/ОК15- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 4

вихідних сигналів потрібно зарисувати.

5.1.7. Порівняйте отримані осцилограми на виходах «своїх» оптимальних узгоджених фільтрів з відомими з теорії автокореляційними характеристиками вхідних сигналів і зробіть відповідний висновок.

5.1.8. Для кожного цифрового сигналу порівняйте отримані осцилограми на виходах «свого» і «чужих» оптимальних узгоджених фільтрів. Чи можливо за допомогою порогових пристроїв, встановлених на виходах оптимальних узгоджених фільтрів розпізнавати появу свого сигналу

5.2. Методика виконання другої задачі дослідження згідно з п. 3.2

5.2.1. На вхід оптимального узгодженого фільтра для цифрового сигналу кодової комбінації 1111111111 подайте « δ -імпульс».

Порада: Зверніть увагу, який Сигнал Вам пропонують як « δ -імпульс». Виміряйте параметри цього « δ -імпульсу» (амплітуду і тривалість) та зробіть висновок про його відповідність теоретичному поданню. Також подумайте і скажіть, за яких умов поданий сигнал можна вважати близьким до « δ -імпульс», тобто його можна використовувати для отримання імпульсної характеристики пристрою, який належить до лінійних радіоелектронних кіл

5.2.2. За допомогою осцилографа спостерігайте сигнал на виході оптимального узгодженого фільтра. Осцилограми вхідного та вихідного сигналів потрібно зарисувати.

5.2.3. На вхід оптимального узгодженого фільтра для цифрового сигналу кодової комбінації 1010101010 подайте « δ -імпульс».

5.2.4. За допомогою осцилографа спостерігайте сигнал на виході оптимального узгодженого фільтра. Осцилограми вхідного та вихідного сигналів потрібно зарисувати.

5.2.5. На вхід оптимального узгодженого фільтра для цифрового сигналу кодової комбінації Баркера 11100010010 подайте « δ -імпульс».

5.2.6. За допомогою осцилографа спостерігайте сигнал на виході

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/172.00.1/Б/ОК15- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 5

оптимального узгодженого фільтра. Осцилограми вхідного та вихідного сигналів потрібно зарисувати.

5.2.7. Порівняйте отримані осцилограми вхідних та вихідних сигналів і зробіть відповідний висновок.

5.3. Методика виконання третьої задачі дослідження згідно з п. 3.3.

5.3.1. Сформууйте адитивну суміш цифрового сигналу кодової комбінації 1111111111 та флуктуаційної завади з виконанням умов п. 3.3.

Порада: для формування адитивної суміші цифрового сигналу та флуктуаційної завади потрібно використати пристрій «Суматор».

5.3.2. Подайте цю адитивну суміш на вхід оптимального узгодженого фільтра для цифрового сигналу кодової комбінації 1111111111. Оцініть відношення сигнал/шум на його виході, а також зробіть висновок про можливість виявлення в суміші цифрового сигналу пороговим методом.

5.3.3. Сформууйте адитивну суміш цифрового сигналу кодової комбінації 1010101010 та флуктуаційної завади з виконанням умов п. 3.3.

5.3.4. Подайте цю адитивну суміш на вхід оптимального узгодженого фільтра для цифрового сигналу кодової комбінації 1010101010. Оцініть відношення сигнал/шум на його виході, а також зробіть висновок про можливість виявлення в суміші цифрового сигналу пороговим методом.

5.3.5. Сформууйте адитивну суміш цифрового сигналу кодової комбінації Баркера 11100010010 та флуктуаційної завади з виконанням умов п.3.3.

5.3.6. Подайте цю адитивну суміш на вхід оптимального узгодженого фільтра для цифрового сигналу кодової комбінації Баркера 11100010010. Оцініть відношення сигнал/шум на його виході, а також зробіть висновок про можливість виявлення в суміші цифрового сигналу пороговим методом.

5.3.7. На основі порівняння отриманих результатів зробіть висновок, який з трьох сигналів потрібно вважати найкращим для використання в цифрових системах передавання інформації.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/172.00.1/Б/ОК15- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 6

6. Результати виконаних досліджень

Подання результатів досліджень повинно передбачати:

6.1. Згідно з п. 3.1 осцилограми: див. щ. 5.1.2, п. 5.1.4, 5.1.6 та висновки згідно з п. 5.1.7 та п. 5.1.8.

6.2. Згідно з п. 3.2 осцилограми: див. п. 5.2.2, п. 5.2.4, 5.2.6 та висновок згідно з п. 5.2.7.

6.3. Визначені відношення сигнал/шум (див. п. 5.3.2, п. 5.3.4, 5.3.6) та висновок згідно з п. 5.3.7.

7. Висновки за результатами виконаних досліджень

Крім висновків, зроблених у п. 6.1, 6.2, 6.3, необхідно дати відповідь на такі запитання:

7.1. Яку характерну особливість має цифровий сигнал, який подає кодову комбінацію Баркера, порівняно з двома іншими цифровими сигналами, що розглядаються в цій роботі?

7.2. Яку особливість імпульсної характеристики оптимальних узгоджених фільтрів Ви виявили в експерименті?

7.3. Якому сигналу з трьох досліджуваних потрібно віддати перевагу під час використання в системі передавання інформації оптимальної узгодженої фільтрації і чому?

7.4. Яке практичне використання розглянутих сигналів у системах передавання інформації Ви можете запропонувати?

7.5. Який сигнал Ви вважаєте ідеальним під час використання в системі передавання інформації принципу оптимальної узгодженої фільтрації? Сформулюйте вимоги до ідеального сигналу.

7.6. Який з трьох досліджуваних Вами сигналів є найближчим до ідеального сигналу під час використання в системі передавання інформації

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/172.00.1/Б/ОК15- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 7

оптимальної узгодженої фільтрації?

7.7. У Вас є оптимальний узгоджений фільтр, але невідомо для якого сигналу. Запропонуйте спосіб для визначення «свого» сигналу для оптимального узгодженого фільтра?

7.8. Які нові практичні знання і вміння отримали Ви після виконання цієї лабораторної роботи?

Література до лабораторних занять

1. Волощук Ю.І. Сигнали та процеси у радіотехніці: Підручник для студентів вищих навчальних закладів, том 1. - Харків: «Компанія СМІТ», 2003. - 580 с.

2. Волощук Ю.І. Сигнали та процеси у радіотехніці: Підручник для студентів вищих навчальних закладів, том 2. - Харків: «Компанія СМІТ», 2003. - 444 с.

3. Волощук Ю.І. Сигнали та процеси у радіотехніці: Підручник для студентів вищих навчальних закладів: У 4-х т. – Х.: ТОВ «Компанія СМІТ», 2005. – Т. 3: 528 с.

4. Волощук Ю.І. Сигнали та процеси у радіотехніці: Підручник для студентів вищих навчальних закладів: У 4-х т. – Х.: ТОВ «Компанія СМІТ», 2005. – Т. 4: 496 с.

5. Гусєв О. Ю., Конахович Г. Ф., Корнієнко В. І., Кузнецов Г. В., Пузиренко О. Ю. Теорія електричного зв'язку: Навч. посібник. — Львів: Магнолія 2006, 2017. — 364 с.

6. Бортник Г.Г., Кичак В.М. Основи теорії передачі інформації: Навчальний посібник. – В.: ВДТУ, 2002.

7. Бортник Г.Г. Основи теорії передачі інформації. Лабораторний практикум. – В.: ВДТУ, 1999.

8. Бортник Г.Г., Бортник С.Г., Стальченко О.В. Основи теорії

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/172.00.1/Б/ОК15- 2025
	Екземпляр № 1	Арк 43 / 8

багатоканального зв'язку: Навчальний посібник. – В.: ВНТУ, 2010.

9. Бортник Г.Г. Цифрова обробка сигналів: навчальний посібник / В.М.Кичак, Г.Г. Бортник – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006.

10. Кузьмин І.В., Троцишин І.В., Кедрус В.А. Основи теорії інформації та кодування: Підручник для вузів. –Хмельницький.: ХНУ, 2009.

11. Жураковський Ю.П., Полторак В.П. Теорія інформації та кодування: Підручник для вузів. – К.: Вища школа, 2001.

12. Стеклов В.К., Беркман Л.Н. Теорія електричного зв'язку: Підручник для ВНЗ за ред. В.К. Стеклова. – К.: Техніка, 2006. – 552 с.

13. Теория электрической связи: учебник для вузов / [А.Г. Зюко, Д.Д. Кловский, В.И. Коржик, М.В. Назаров]; под ред. Д.Д. Кловского. – М.: Радио и связь, 1998. – 432 с.

14. Панфілов І.П. Теорія електричного зв'язку: підручник для вузів першого та другого рівнів акредитації / Панфілов І.П., Дирда В.Ю., Капацін А.В. – К.: Техніка, 1998. – 328 с.

15. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение / Скляр Б., 2-е изд.; пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 1104 с.

16. Кудряшов Б.Д. Теория информации: учебник для вузов / Кудряшов Б.Д. – СПб.: Питер, 2009. – 320 с.