

УДК 004.31

## СІС ФІЛЬТР ДЛЯ ВИСОКОЧАСТОТНОГО ОБРОБЛЕННЯ СИГНАЛІВ НА ПЛІС

Корольков І.О

Науковий керівник – к.т.н., доцент Філіппенко І.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки

(61166, Харків, просп. Науки, 14, каф. АПОТ, тел. (057) 702-13-26)

e-mail: ivan.korolkov@nure.ua, факс (057) 702-13-26

Digital filters in SDR and filters are a crucial part for modern radio communication technology. This thesis explores the principles and applications of digital filters in radio receivers, looking into their role in improving signal quality, reducing noise and improving capacity output. Additionally, the thesis examines SIS filters, which are an integral part of maintaining signal quality in complex communication systems and SDR radios. By using modern signal processing techniques, these filters effectively mitigate interference and distortion. This paper will focus on the evolution of digital filtering technology and its impact on enhancing the performance and efficiency of SDR's. The insights gained show the importance of ongoing research and development in this field to address the ever-increasing demands of wireless communication systems.

**Вступ.** Із розвитком цифрових технологій більшу увагу почали приділяти SDR – software defined radio, радіоприймальних тактів які використовують цифрове оброблення сигналів. Ці системи, в реальному часі оцифровують радіосигнал та подальше опрацьовують програмним або програмно-апаратними засобами. SDR радіо приймають та оброблюють сигнали з такими видами модуляції, як DPSK, GMSK, QAM та інші. Цифрове опрацювання в приймачах користується радіочастотою, це залежить від частоти і ширини спектра сигналу, так і після перенесення сигналу на проміжну частоту.

**Зміст дослідження.** Було проведено дослідження побудови СІС фільтрів на ПЛІС для пониження частоти сигналу, що обробляється. СІС фільтр – це каскадні з'єднання інтегратора і гребінчастого фільтра.

Було запропоновано СІС фільтр першого порядку. Він складається з інтегратора, гребінчастого фільтра. Такий одноступеневий СІС має мале загасання бічних пелюсток і низьке відношення сигнал/шум. У результаті було отримано СІС фільтр першого порядку, представлений на рисунку 1.

Цей цифровий фільтр не лише дозволяє швидко обробляти високочастотні сигнали, але й використовує децимацію після інтерполяції через що він зменшує їх частоту. У порівнянні з аналоговими частотними перетворювачами, які часто бувають нестабільними та чутливими до змін температури, цифровий перетворювач частоти є надійнішим вибором. Він не лише забезпечує ортогональність у діапазоні несучих частот, але також дозволяє легко змінювати частотний діапазон та інші параметри сигналу.

Додатково, зниження частоти прийнятого сигналу сприяє зменшенню обсягу даних для подальшої обробки, що покращує ефективність загальної системи.

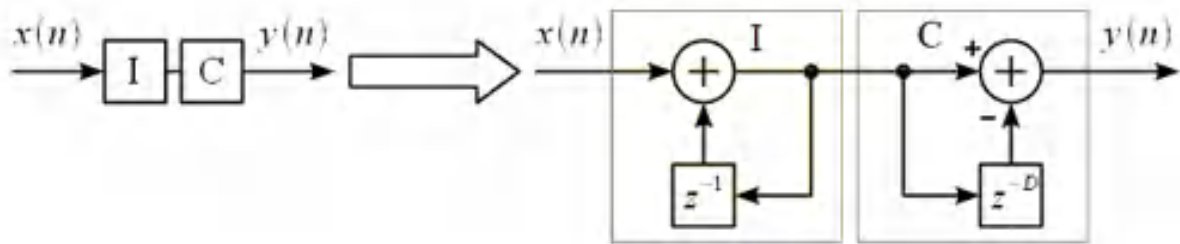


Рисунок 1 - Структурні одно каскадного СІС-фільтра, схеми інтегратора та гребінчастого фільтра

**Висновки.** Був розглянутий СІС фільтр, який не вимагає операцій множення. Демонструється, що СІС фільтр є фільтром нижніх частот, а їх частотні характеристики залежать від порядку фільтра та параметра затримки гребінчастого фільтра. Використання програмованих фільтрів дозволяє легко розробляти та впроваджувати корисні профілі фільтрів з чіткими перехідними смугами на широкому спектрі частот.

Список джерел:

1. Sabitha D., Hariharan K. Design of five stage CIC decimation filter for signal processing applications. Contemporary engineering sciences. 2014. Vol. 7. P. 351–356. URL: <https://doi.org/10.12988/ces.2014.4213> (date of access: 16.01.2024).

2. Jing Q., Li Y., Tong J. Performance analysis of multi-rate signal processing digital filters on FPGA. EURASIP journal on wireless communications and networking. 2019. Vol. 2019, no. 1. URL: <https://doi.org/10.1186/s13638-019-1349-9> (date of access: 16.01.2024).

3. Matthew P. Donadio CIC Filter Introduction [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу <http://www.mikrocontroller.net/attachment/51932/cic2.pdf>