

ВИСНОВОК
про наукову новизну, теоретичне та практичне значення
результатів дисертації
Обертюха Максима Романовича
«Метод і апаратні засоби високолінійного надлишкового цифроаналогового
перетворення на основі генераторів однакових струмів», що подана на здобуття
ступеня доктора філософії з галузі знань 12 «Інформаційні технології» за
спеціальністю 123 «Комп’ютерна інженерія»

Дисертаційна робота Обертюха Максима Романовича «Метод і апаратні засоби високолінійного надлишкового цифроаналогового перетворення на основі генераторів однакових струмів», що подається на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 123 «Комп’ютерна інженерія» виконана на кафедрі обчислювальної техніки Вінницького національного технічного університету. Тему дисертації затверджено Вчену радою Вінницького національного технічного університету 26.10.2017 року, протокол № 3.

Для підготовки Висновку про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Обертюха Максима Романовича на тему «Метод і апаратні засоби високолінійного надлишкового цифроаналогового перетворення на основі генераторів однакових струмів» Вчену радою Вінницького національного технічного університету (протокол № 16 від 25.06.2021 року) визначено, що попередня експертиза дисертації проводитиметься на базі кафедр обчислювальної техніки та телекомунікаційних систем та телебачення Вінницького національного технічного університету, та призначено двох рецензентів:

- завідувача кафедри телекомунікаційних систем та телебачення, доктора технічних наук, професора **Кичака Василя Мартиновича**;
- професора кафедри телекомунікаційних систем та телебачення, кандидата технічних наук, професора **Бортника Геннадія Григоровича**.

В результаті аналізу підсумків виконання здобувачем ступеня доктора філософії, Обертюхом Максимом Романовичем освітньо-наукової програми «Комп’ютерна інженерія», індивідуального плану, опрацювання теоретичних та практичних положень дисертаційного дослідження, поданих до розгляду наукових публікацій за темою дисертації, а також за результатами проведення фахового семінару, який відбувся на розширеному науковому семінарі кафедри обчислювальної техніки Вінницького національного технічного університету (протокол №10 від 29.06.2021 р.), визначено наступне.

1. Актуальність теми та її зв'язок з планами наукових робіт установи

Основний зміст роботи складають результати досліджень, що проводились на кафедрі обчислювальної техніки в межах держбюджетної тематики, зокрема за темами 58-Д-393 «Спеціалізовані аналого-цифрові системи аудіолокації та ідентифікації об'єктів на місцевості», номер державної реєстрації 0118U000205 та 58-Д-398 «Високопродуктивні багатоканальні аналого-цифрові самокалібровані

системи моніторингу й синхронного опрацювання низькочастотних сигналів», номер державної реєстрації 00120U002205. Науково-дослідна робота проводилась відповідно до наукового напрямку кафедри, тематики науково-дослідної роботи ВНТУ.

2. Формулювання наукового завдання, нове розв'язання якого отримано в дисертації

Підвищення лінійності багаторозрядних надлишкових цифроаналогових перетворбачів на базі генераторів однакових струмів за рахунок дотримання принципу суперпозиції ваг розрядів у діапазоні вихідного сигналу, а також використання інших аналогових вузлів з підвищеною лінійністю.

3. Наукові положення, які розроблені особисто дисертантом, та їх новизна:

– вперше запропоновано метод побудови багаторозрядних ЦАП із ваговою надлишковістю з комутацією однакових струмів у вузли резистивної матриці, в яких застосовуються генератори розрядних струмів із високими та надвисокими вихідними опорами, що дозволяє дотримуватися принципу суперпозиції ваг розрядів в діапазоні вихідного сигналу та істотно зменшити похибку диференційної нелінійності характеристики перетворення;

– удосконалено математичну модель для розрахунку секційних резистивних матриць ЦАП залежно від типу конфігурації та характеристик надлишкової системи числення, яка використовується, що дозволяє проводити розрахунки секційних матриць для довільних надлишкових систем числення;

– отримали подальшого розвитку методи підвищення точності широкосмугових високолінійних двотактних підсилювачів постійного струму за рахунок застосування складених транзistorів, принципу підсилення струмів та зворотних зв'язків по струму, що дозволяє збільшити їх лінійність та навантажувальну здатність і двотактних буферів напруги за рахунок застосування складених транзistorів та внутрішніх балансних зворотних зв'язків, що дозволяє збільшити їх вхідний опір;

– отримали подальшого розвитку методи побудови термостабільних генераторів постійного струму і напруги із використанням напруги ширини забороненої зони напівпровідника за рахунок застосування складених транзistorів, відбивачів струму і додаткових зворотних зв'язків, що дозволяє збільшити їх термостабільність на 2-3 порядки.

4. Практичне значення дисертаційної роботи:

– розроблено структурні та принципові електричні схеми багаторозрядних (14-20 двійкових розрядів) струмових ЦАП із ваговою надлишковістю, що використовуються для генерування високолінійних сигналів;

– розроблено структурні та принципові електричні схеми високоомних генераторів розрядних струмів (вихідний опір 10^7 - 10^9 Ом) для надлишкових ЦАП, завдяки чому зберігається принцип суперпозиції ваг розрядів в діапазоні вихідного сигналу під час їх перемикання;

– розроблено структурні та принципові електричні схеми широкосмугових високолінійних двотактних підсилювачів постійного струму з балансними зворотними зв'язками (нелінійність вихідного струму 10^{-8} А в діапазоні вихідного сигналу ± 1 мА), а також структурні та принципові електричні схеми двотактних буферів напруги (вхідний опір 1-10 ГОм);

– розроблено структурні та принципові електричні схеми термостабільних джерел постійного струму і напруги із використанням напруги ширини забороненої зони напівпровідника (температурний коефіцієнт 0,006-0,3 ppm/ $^{\circ}$ C);

– результати дисертаційної роботи використовуються в навчальному процесі Вінницького національного технічного університету під час викладання дисциплін «Аналого-цифрові системи», «Лінійні інтегральні схеми», «Аналого-цифрові пристрої комп'ютерних систем»;

– результати дисертаційної роботи впроваджено в ТОВ МАЙТЕК ПЛЮС.

5. Використання результатів роботи

Результати дисертаційної роботи можуть бути використані в компаніях, що займаються розробкою та виготовленням цифроаналогової та аналого-цифрової техніки та систем на її основі.

6. Повнота викладення матеріалів дисертації в публікаціях та особистий внесок у них автора.

- [1] О. Д. Azarov, B. A. Garnaga, та M. P. Obertsoh, “Термокомпенсовані двополюсні джерела постійного струму кільцевого типу”, *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, № 1(130), с. 78-84, 2017.
– запропонований загальний метод побудови джерел опорного струму кільцевого типу.
- [2] О. Д. Azarov, B. A. Garnaga, та M. P. Obertsoh, “Джерело опорної напруги на основі генератора термостабільного струму”, *Інформаційні технології та комп’ютерна інженерія*, № 1(38), с. 41-47, 2017.
– здійснено комп’ютерне моделювання статичних характеристик джерел опорної напруги на основі генератора термостабільного струму.
- [3] О. Д. Azarov, та M. P. Obertsoh, “Високолінійні спеціалізовані струмові дзеркала з давачами рівня сигналу”, *Інформаційні технології та комп’ютерна інженерія*, № 3(40), с. 30-36, 2017.
– запропонований загальний метод побудови спеціалізованих струмових дзеркал з давачами рівня вихідного сигналу.
- [4] О. Д. Azarov, та M. P. Obertsoh, “Двотактні перетворювачі напруга-струм і струм-струм змінного напрямку”, *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, № 6(135), с. 128-134, 2017.
– проаналізовані статичні характеристики схем двотактних високолінійних підсилювачів напруга-струм і підсилювачів струм-струм.
- [5] О. Д. Azarov, та M. P. Obertsoh, “Спеціалізовані двотактні підсилювачі струму для перетворювачів аналогових сигналів”, *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, № 1(136), с. 117-125, 2018.

- проведено комп’ютерне моделювання різних блоків балансування каскадних струмів.
- [6] О. Д. Азаров, С. Ш. Каців, та М. Р. Обертюх, “Двотактні перетворювачі струм-струм і напруга-струм із комутацією вихідного сигналу”, *Наукові Праці Вінницького Національного Технічного Університету*, №1, с. 1-8, 2018. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/533/524>
– розроблено математичні моделі статичних і динамічних характеристик процесів комутації вихідних струмів підсилювачів струм-струм.
- [7] О. Д. Азаров, та М. Р. Обертюх, “Високолінійні двотактні балансні буфери напруги на біполярних транзисторах”, *Інформаційні технології та комп’ютерна інженерія*, № 1(41), с. 34-41, 2018.
– здійснено комп’ютерне моделювання статичних і динамічних характеристик схем двотактних буферів напруги.
- [8] О. Азаров, М. Обертюх, та С. Кирилащук, “Резистивні матричні дільники струму для багаторозрядних ЦАП із ваговою надлишковістю”, *Інформаційні технології та комп’ютерна інженерія*, т. 2, № 45, с. 33-39, 2019. doi: 10.31649/1999-9941-2019-45-2-33-39
– розроблено математичні моделі розрахунку секційних дільників струму в яких використовуються надлишкові системи числення.
- [9] О. Азаров, та М. Обертюх, “Генератори однакових струмів із високими вихідними опорами для багаторозрядних ЦАП”, *Інформаційні технології та комп’ютерна інженерія*, т. 3, № 46, с. 33-39, 2019. doi: 10.31649/1999-9941-2019-46-3-28-38
– розроблено математичні моделі статичних характеристик генераторів однакових струмів для багаторозрядних ЦАП.
- [10] Olexiy D. Azarov, Maxim R. Obertyukh, Patryk Panas, Piotr Kisała, Gulzhan Kashaganova, Saltanat Amirkaliyeva, “Analogue part of multichannel highly productive analog-digital system on converters and switches of current”, *Przegląd elektrotechniczny*, R. 95, NR 4/2019, pp. 116-120. doi:10.15199/48.2019.04.20
– запропонований загальний метод структурної організації аналогової частини високопродуктивного АЦП.
- [11] О.Д. Азаров, В.А. Гарнага, М.Р. Обертюх, “Джерело опорної напруги”, *Патент на корисну модель 117377 Україна*, 26.06.2017.
– запропоновано схему початкового запуску.
- [12] О.Д. Азаров, В.А. Гарнага, Є.В. Грабовський, М.Р. Обертюх, “Двополюсне джерело струму”, *Патент на корисну модель 120314 Україна*, 25.10.2017.
– запропоновано струмове дзеркало.
- [13] О.Д. Азаров, В.А. Гарнага, Д.А. Моторнюк, М.Р. Обертюх, ”Двополюсне джерело струму”, *Патент на корисну модель 120289 Україна*, 25.10.2017.
– запропоновано струмове дзеркало.

- [14] О.Д. Азаров, В.А. Гарнага, О.О. Гудименко, М.Р. Обертюх, “Відбивач струму”, *Патент на корисну модель 120580 Україна*, 10.11.2017.
– запропоновано використання складеного транзистора.
- [15] О.Д. Азаров, М.Р. Обертюх, О.М. Тарасова, “Джерело стабілізованої напруги”, *Патент на корисну модель 123753 Україна*, 12.03.2018.
– запропоновано джерело опорного струму.
- [16] О.Д. Азаров, С.В. Павлов, М.Р. Обертюх, “Джерело опорної напруги”, *Патент на корисну модель 123758 Україна*, 12.03.2018.
– запропоновано джерело опорного струму.
- [17] О.Д. Азаров, М.Р. Обертюх, С.А. Кирилащук, “Струмове дзеркало”, *Патент на корисну модель 134333 Україна*, 10.05.2019.
– запропоновано використання складеного транзистора.
- [18] О.Д. Азаров, М.Р. Обертюх, Л.Є. Азарова, ”Струмове дзеркало”, *Патент на корисну модель 134332 Україна*, 10.05.2019.
– запропоновано використання складеного транзистора
- [19] О.Д. Азаров, М.Р. Обертюх, Л.Є. Азарова, “Струмове дзеркало”, *Патент на корисну модель 134331 Україна*, 10.05.2019.
– запропоновано використання складеного транзистора.
- [20] О.Д. Азаров, С.В. Павлов, М.Р. Обертюх, “Генератор струму зсуву нуля”, *Патент на корисну модель 135997 Україна*, 25.07.2019.
– запропоновано струмове дзеркало.
- [21] О.Д. Азаров, М.Р. Обертюх, С.А. Кирилащук, “Джерело струму змінного напрямку”, *Патент на корисну модель 135998 Україна*, 25.07.2019.
– запропоновано вхідний каскад.
- [22] О.Д. Азаров, М.Р. Обертюх, Л.В. Крупельницький, “Джерело струму змінного напрямку”, *Патент на корисну модель 136276 Україна*, 12.08.2019.
– запропоновано вхідний каскад.
- [23] О.Д. Азаров, Р.М. Медяний, М.Р. Обертюх, С.Ш. Каців, “Відбивач струму”, *Патент на корисну модель 136282 Україна*, 12.08.2019.
– запропоновано використання складеного транзистора.
- [24] О.Д. Азаров, М.Р. Обертюх, О.Я. Стаков, “Генератор струму зсуву нуля”, *Патент на корисну модель 136566 Україна*, 27.08.2019.
– запропоновано струмове дзеркало .
- [25] О.Д. Азаров, М.Р. Обертюх, О.Я. Стаков, О.О. Лукашук, “Двотактний підсилювач постійного струму”, *Патент на корисну модель 140168 Україна*, 10.02.2020.
– запропоновано підсилювальний каскад.

- [26] О.Д. Азаров, М.Р. Обертюх, О.Я. Стаков, Д.В. Лизогуб, “Буфер напруги”, *Патент на корисну модель 140196 Україна*, 10.02.2020.
– запропоновано вихідний каскад.
- [27] О.Д. Азаров, М.Р. Обертюх, О.Я. Стаков, Д.В. Лизогуб, “Буфер напруги”, *Патент на корисну модель 140786 Україна*, 10.03.2020.
– запропоновано вихідний каскад.
- [28] О.Д. Азаров, М.Р. Обертюх, О.Я. Стаков, Д.В. Лизогуб, “Буфер напруги”, *Патент на корисну модель 141391 Україна*, 10.04.2020.
– запропоновано вихідний каскад.
- [29] О.Д. Азаров, В.А. Гарнага, М.Р. Обертюх, “Джерело опорної напруги”, *Патент на винахід 117711 Україна*, 10.09.2018.
– запропоновано схему початкового запуск.
- [30] О.Д. Азаров, С.В. Павлов, М.Р. Обертюх, О.Я. Стаков, О.О. Лукашук, “Відбивач струму”, *Патент на винахід 124781 Україна*, 18.11.2021.
– запропоновано використання складеного транзистора.

7. Апробація матеріалів дисертації.

- [1] О. Д. Азаров, та М. Р. Обертюх, “Джерела стабільного струму для багаторозрядних АЦП і ЦАП”, на *Шостій Міжнародній науково-практичній конференції "Методи та засоби кодування, захисту й ущільнення інформації"*, Вінниця, 2017, с. 143-145.
- [2] О. Д. Азаров, та М. Р. Обертюх, “Двополюсні джерела термостабільного постійного струму”, на *XLVI Науково-технічній конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (2017)*, Вінниця, 2017, с. 883-884. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fitki/index/pages/view/zbirn2017>.
- [3] О. Д. Азаров, та М. Р. Обертюх, “Високолінійні спеціалізовані струмові дзеркала для аналогової частини багатоканальних АЦП”, на *XLVII Науково-технічній конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (2018)*, Вінниця, 2018, с. 962-964. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fitki/index/pages/view/zbirn2018>.
- [4] О. Д. Азаров, та М. Р. Обертюх, “Спеціалізовані двотактні підсилювачі струму для аналогової частини багатоканальних АЦП”, на *XLVIII Науково-технічній конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (2019)*, Вінниця, 2019, с. 629-634. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fitki/index/pages/view/zbirn2019>.
- [5] О. Д. Азаров, та М. Р. Обертюх, “Резистивні дільники струму для багаторозрядних надлишкових ЦАП”, на *XLIX Науково-технічній конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (2020)*,

Вінниця, 2020, с. 840-843. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/allvntu/index/pages/view/zbirn2020>.

- [6] О. Д. Азаров, та М. Р. Обертюх, “Генератори однакових розрядних струмів із високими вихідними опорами для ЦАП”, на XII Міжнародній науково-практичній конференції «ІНТЕНЕТ-ОСВІТА НАУКА» (ІОН-2020), Вінниця : ВНТУ, 2020, с. 99-101.
- [7] О. Д. Азаров, та М. Р. Обертюх, “Двотактні балансні буфери напруги для систем ЦА-накопичення інформації”, на L Науково-технічній конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (2021), Вінниця, 2021, с. 403-407. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/allvntu/index/pages/view/zbirn2021>

8. Відповідність змісту дисертації спеціальності, за якою вона подається до захисту

Дисертаційна робота відповідає напрямку наукового дослідження освітньо-наукової програми «Комп’ютерна інженерія» ВНТУ зі спеціальністю 123 «Комп’ютерна інженерія».

9. Відповідність дисертації вимогам, що пред’являються до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії.

Дисертаційна робота Обертюха Максима Романовича «Метод і апаратні засоби високолінійного надлишкового цифроаналогового перетворення на основі генераторів однакових струмів», що подається на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 123 «Комп’ютерна інженерія» є завершеною науковою працею, в якій отримано нові обґрунтовані результати. Дисертаційну роботу виконано на достатньо високому рівні, її результати мають наукову новизну і практичну цінність. Основні положення дисертаційної роботи опубліковані в наукових фахових виданнях, оприлюднюються на науково-практичних конференціях. Дисертаційне дослідження відповідає обраній темі, розкриває її та підтверджує, що автором вирішено поставлені у роботі завдання. Здобувачем дотримано вимоги академічної доброчесності та не допущено її порушень під час дослідження. За змістом дисертаційна робота, її науково-прикладні результати та висновки відповідають галузі знань 12 «Інформаційні технології» та спеціальності 123 «Комп’ютерна інженерія».

ВИСНОВОК

Ознайомившись із дисертацією Обертюха М. Р. «Метод і апаратні засоби високолінійного надлишкового цифроаналогового перетворення на основі генераторів однакових струмів», та науковими публікаціями, у яких висвітлені основні наукові результати дисертації, а також взявши до уваги підсумки фахового семінару, вважаємо, що:

1. Дисертаційна робота Обертюха М. Р. «Метод і апаратні засоби

високолінійного надлишкового цифроаналогового перетворення на основі генераторів однакових струмів», відповідає спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія».

2. Обертюхом М. Р. опубліковано по темі дисертації 10 наукових праць, які розкривають основний зміст дисертації, відображають наукову новизну отриманих результатів і відповідають вимогам пунктів 9, 11, 12 Тимчасового порядку присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Кабінетом Міністрів України від 6 березня 2019 р. № 167.

3. Дисертаційна робота Обертюха М. Р. «Метод і апаратні засоби високолінійного надлишкового цифроаналогового перетворення на основі генераторів однакових струмів», відповідає вимогам, що ставляться до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії, а саме вимогам пунктів 9, 10, 11, 12 Тимчасового порядку присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Кабінетом Міністрів України від 6 березня 2019 р. № 167.

4. Рекомендувати Вченій раді Вінницького національного технічного університету затвердити опонентами дисертації Обертюха М. Р. «Метод і апаратні засоби високолінійного надлишкового цифроаналогового перетворення на основі генераторів однакових струмів» таких учених:

Романова Володимира Олександровича – доктора технічних наук, професора, завідувача відділу перетворювачів форми інформації Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України.

Мичudu Лесю Зиновійну – доктора технічних наук, доцента, професора кафедри безпеки інформаційних технологій Національного університету «Львівська політехніка».

5. Дисертація Обертюха М. Р. «Метод і апаратні засоби високолінійного надлишкового цифроаналогового перетворення на основі генераторів однакових струмів» що подається на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 12 «Інформаційні технології» та спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія», відповідає вимогам і може бути рекомендована до захисту на здобуття ступеня доктора філософії.

Рецензент:

завідувач кафедри телекомунікаційних систем та телебачення ВНТУ, доктор технічних наук, професор



В. М. Кичак



Г. Г. Бортник

Рецензент:

професор кафедри телекомунікаційних систем та телебачення ВНТУ, кандидат технічних наук, професор

