

Голові разової спеціалізованої вченої ради
Національного університету «Львівська політехніка»
д.т.н., професору Івахіву Оресту Васильовичу

РЕЦЕНЗІЯ

доцента, кандидата технічних наук, заступника директора Інституту комп'ютерних технологій, автоматики та метрології з науково-педагогічної діяльності Національного університету «Львівська політехніка»

Стахіва Романа Івановича

на дисертаційну роботу **Єлісеєвої Ганни Сергіївни**
«Рекурентні логарифмічні аналого-цифрові перетворювачі»,
подану до захисту на здобуття наукового ступеня **доктора філософії** з
галузі знань 12 «Інформаційні технології» та
спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»

1. Актуальність теми дисертації

Аналого-цифрові перетворювачі (АЦП) є одними з найважливіших компонентів сучасних комп'ютеризованих систем, що зв'язують ці системи з об'єктами контролю та управління і від метрологічних характеристик АЦП у першу чергу залежать властивості систем. Тому удосконалення АЦП повсякчас залишається актуальною задачею. Вся множина АЦП ділиться на дві великі групи: лінійні АЦП і логарифмічні АЦП (ЛАЦП). Історично вже так склалося, що лінійні АЦП досліджені глибоко та всесторонньо, а логарифмічні АЦП в цьому плані поступаються лінійним. Суттєвий прогрес у розвитку ЛАЦП пов'язаний зі створенням ЛАЦП на комутованих конденсаторах, що були започатковані на кафедрі комп'ютеризованих систем автоматики Національного університету «Львівська політехніка». Незважаючи на значні досягнення у цьому напрямку рекурентні ЛАЦП до даного часу залишалися дослідженими недостатньо, про що свідчить обмежений обсяг інформації з цієї тематики в наукових публікаціях. Тому дисертація Єлісеєвої Ганни Сергіївни, що присвячена розвитку рекурентного методу логарифмічного аналого-цифрового перетворення шляхом створення еталонних напруг без регулювань багатоканальної зразкової міри, безсумнівно є актуальною.

2. Наукова новизна дисертаційного дослідження

Наукова новизна дисертаційного дослідження полягає в наступному:

- Вперше розроблено метод рекурентного логарифмічного аналого-цифрового перетворення зі сталою основою логарифму, в якому запропоновано формувати еталонні напруги за допомогою дільника опорної напруги,

складеного з однакових Г-подібних ланок і додаткового резистора, що дає² змогу значно спростити схемне рішення логарифмічних АЦП.

- Отримав подальший розвиток метод рекурентного логарифмічного аналого-цифрового перетворення із змінною основою логарифма, в якому запропоновано формувати еталонні напруги за допомогою дільника опорної напруги, складеного з однакових Г-подібних ланок і додаткового резистора, а виходи дільника відповідно з'єднані з його вузлами, номери яких відповідають значенням показникової функції X^i ($i=0, 1, 2, 3, \dots, n$), причому зручною є основа $X=2$, що дає змогу отримати перетворення без регулювання масштабного перетворювача і спростити реалізацію логарифмічних АЦП.

- Встановлено, що неідеальність компонентів впливає на процеси перетворення в рекурентних ЛАЦП в основному через такі ефекти:

- проникнення напруги управління ключами;
- передавання паразитного заряду затворів ключів;
- струми витікання в конденсаторних комірках.

- Вперше запропоновано математичні моделі похибок рекурентних ЛАЦП, що дозволяють аналітично оцінити точність рекурентних ЛАЦП під час їх проектування.

3. Практичне значення результатів роботи

Практичне значення роботи полягає у тому, що на підставі проведених теоретичних і експериментальних досліджень розроблено структурні схеми рекурентних ЛАЦП, які є новими та можуть бути використані у найрізноманітніших системах керування, телекомунікації, інформаційно-виміральної техніки тощо; розроблено математичні моделі, які дають змогу визначити властивості рекурентних ЛАЦП під час їх проектування; розроблено алгоритми та пакети прикладних програм, що дають змогу на стадії проектування чисельно оцінити похибки та характеристики перетворення рекурентних ЛАЦП на ЕОМ з урахуванням реальних параметрів компонентів; розроблено методики оцінки похибок рекурентних ЛАЦП; розроблені методики розрахунку параметрів схем рекурентних ЛАЦП; дано рекомендації щодо реалізації рекурентних ЛАЦП.

Структури рекурентних ЛАЦП, що запропоновані у дисертації використано у навчальному процесі кафедри «Комп'ютеризовані системи автоматики» Національного університету «Львівська політехніка» при викладанні дисципліни «Комп'ютерна електроніка, ч.2» за темою «Пристрої узгодження цифрової та аналогової інформації» для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр», що навчаються за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки», спеціалізацією «Системна інженерія (Інтернет речей)».

4. Оцінка достовірності та обґрунтованості основних положень і висновків дисертації

Наукові положення, висновки та пропозиції у достатній мірі обґрунтовані теоретичним аналізом, експериментальними дослідженнями, тому їх слід вважати цілком достовірними.

Теоретичні дослідження мають за основу методи теорії лінійних електричних кіл, методи систем керування, математичного моделювання на ЕОМ, методи інформаційно-виміральної техніки та теорії похибок.

Використані в дисертації основні теоретичні положення та припущення є коректними і не містять протиріч. Усі наявні в дисертації аналітичні залежності одержані шляхом логічних математичних перетворень. Обґрунтованість встановлених закономірностей підтверджувалась експериментальним шляхом.

Висновки і рекомендації, які наведені в дисертаційній роботі, є достатньо обґрунтованими, їх достовірність підтверджена апробацією результатів.

Результати роботи достатньо висвітлено та апробовано на міжнародних науково-технічних конференціях. У повному обсязі ці результати доповідались на наукових семінарах кафедри комп'ютеризованих систем автоматики Національного університету «Львівська політехніка».

Основні результати та положення дисертації відображені у 9 наукових роботах: 1 стаття у закордонному періодичному науковому виданні, що входить до наукометричної бази Scopus квартиль Q2, 5 статей у фахових наукових виданнях України, 4 матеріали та тези доповідей у збірниках міжнародних наукових конференцій. Кількість публікацій, їх повнота та обсяг у достатній мірі відображають особистий внесок автора і відповідають вимогам, що висуваються до дисертації на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

5. Оцінка змісту й оформлення дисертації

Дисертація оформлена коректно, згідно чинних вимог.

У *вступі* обґрунтовано актуальність задачі дослідження, виділено мету, задачі та структуру дисертаційної роботи.

У *першому розділі* проведено аналіз сучасного стану логарифмічних аналого-цифрових перетворювачів, зроблено класифікацію логарифмічних АЦП із зазначенням нових досліджених класів, проаналізовано властивості інтегральних логарифмічних АЦП і розглянуто перспективи їх розвитку.

У *другому розділі* описано загальні принципи побудови рекурентних логарифмічних АЦП, розглянуто реалізацію рекурентних логарифмічних АЦП зі сталою та змінною основою логарифму і створено їх узагальнені структурні схеми, дано оцінку точності та швидкодії в залежності від основи логарифму для спрощення проектування і практичної реалізації перетворювачів із

заданими параметрами.

У *третьому розділі* виконано розроблення фізичних моделей рекурентних логарифмічних АЦП, встановлено джерела похибок, створено математичні моделі похибок рекурентних логарифмічних АЦП і дано оцінку похибок з урахуванням параметрів сучасних компонентів.

У *четвертому розділі* було проведено фізичне моделювання розроблених рекурентних логарифмічних АЦП зі сталою та змінною основою логарифма, наведено принципові схеми рекурентних логарифмічних АЦП і звернуто увагу на запропоновані рекурентні логарифмічні АЦП, які є перспективними для виготовлення за технологією інтегральних схем.

Базуючись на аналізі матеріалів дисертації, можна зробити позитивний висновок про повноту розв'язання поставленої науково-прикладної задачі.

6. Зауваження до дисертаційної роботи

Попри позитивне враження, в роботі помічено певні недоопрацювання, зокрема:

1. У розділі 2 запропоновано нові рекурентні ЛАЦП, результати дослідження яких наведені в наступних розділах. На наш погляд варто б було доповнити роботу порівняльним аналізом цих ЛАЦП і визначити їх пріоритетні сфери застосування.
2. В роботі недостатня увага приділена дослідженню додаткових похибок перетворення, зумовлених впливом зовнішніх факторів.
3. У дисертації наведено абсолютні похибки розроблених ЛАЦП із 8 значущими цифрами, що є відхиленням від нормативів (2-3 знаки).
4. При аналізі похибок ЛАЦП від впливу струмів витікання не аргументовано вибір тривалості фаз перетворення $t_{\phi 1} = t_{\phi 2} = 2 \text{ мкс}$.
5. Графіки похибок рис.3.10 і рис.3.11 ідентичні, хоч відносяться відповідно до старших і молодших розрядів коду.
6. У тексті дисертації зустрічаються описки та неточні висловлювання.

Наведені зауваження не впливають в цілому на отримані результати та зроблені висновки.

7. Загальна оцінка дисертаційної роботи

Дисертаційна робота Єлісеєвої Ганни Сергіївни «Рекурентні логарифмічні аналого-цифрові перетворювачі» є завершеною науковою працею, що дає змогу підвищити точність та швидкодію вимірювань з використанням рекурентних логарифмічних аналого-цифрових перетворювачів.

Одержано нові розв'язки науково-прикладної задачі. Актуальність, практичне значення, новизна та завершеність досліджень, обґрунтування

висновків заслуговують позитивної оцінки.

Вказані у п.7 зауваження щодо представленого дослідження не знижують вагомість отриманих у роботі наукових та практичних результатів і не змінюють її позитивної оцінки.

Робота відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішень разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження наукового ступеня доктора філософії» затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. №44, а її автор Єлісеєва Ганна Сергіївна заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 123 Комп'ютерна інженерія.

Рецензент – кандидат технічних наук,
доцент, заступник директора Інституту
комп'ютерних технологій, автоматики
та метрології з науково-педагогічної
діяльності Національного університету
«Львівська політехніка»



Роман СТАХІВ

Підпис к.т.н., доцента Стахіва Р.І.

«ЗАСВІДЧУЮ»

Вчений секретар Національного університету
«Львівська політехніка»

к.т.н., доц.

« 5 » *чудрид* 2023р.



Роман БРИЛИНСЬКИЙ