

Голові разової спеціалізованої вченої ради
Національного університету «Львівська політехніка»
доктору технічних наук, професору
Івахіву Оресту Васильовичу

РЕЦЕНЗІЯ

доктора технічних наук, професора, завідувача кафедри електронних
обчислювальних машин Національного університету «Львівська політехніка»

Дунця Романа Богдановича

на дисертаційну роботу Єлісеєвої Ганни Сергіївни на тему:
«Рекурентні логарифмічні аналого-цифрові перетворювачі»,
подану на здобуття ступеня доктора філософії в галузі знань
12 «Інформаційні технології» зі спеціальності 123 – Комп'ютерна інженерія

1. Актуальність теми

Масове застосування комп'ютерних засобів для опрацювання інформації у всіх сферах діяльності людини не обходиться без аналого-цифрових перетворювачів (АЦП), що перетворюють аналогові сигнали більшості сенсорів у цифровий код. У свою чергу АЦП поділяють на лінійні та нелінійні. Більшість нелінійних АЦП є логарифмічними. До недавнього часу логарифмічні АЦП (ЛАЦП) відставали від лінійних за кількістю реалізованих класів та метрологічними характеристиками. Запровадження ЛАЦП на комутованих конденсаторах змінило ситуацію і тепер ЛАЦП практично повністю забезпечують усі властивості лінійних АЦП і мають численні переваги, зокрема, ширший динамічний діапазон вхідних сигналів та опрацювання інформації в логарифмічній арифметиці. Проте, рекурентні ЛАЦП залишаються менш дослідженими, а відсутність математичних моделей ускладнює їхнє проектування та оптимізацію.

Тому дисертаційна робота Ганни Єлісеєвої, що присвячена дослідженню рекурентних ЛАЦП, є актуальною та своєчасною.

2. Ступінь обґрунтованості та достовірності основних наукових положень, висновків і рекомендацій

Основні наукові положення дисертаційної роботи адекватно обґрунтовані та не суперечать методам теорії лінійних електричних кіл, методам систем керування, математичного моделювання на ЕОМ, методам інформаційно-вимірювальної техніки та теорії похибок. Наукові результати дисертаційної роботи доповідались на чотирьох конференціях. Нові наукові результати, які

отримані автором, Ганною Єлісеєвою, доповнюють попередньо відомі наукові дослідження за напрямком дисертаційної роботи.

3. Наукова новизна дисертаційної роботи

1. *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 дає змогу значно спростити схемне рішення логарифмічних АЦП.

2. *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.

3. *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.

4. *Вперше* запропоновано математичні моделі похибок рекурентних ЛАЦП, що дають змогу аналітично оцінити точність рекурентних ЛАЦП під час їх проектування.

4. Повнота викладу результатів дисертаційної роботи у наукових публікаціях

За результатами досліджень, які викладені у дисертаційній роботі, опубліковано 9 наукових праць, з них 5 статей у наукових фахових виданнях України та 1 стаття у науковому періодичному виданні іншої держави, що входить до міжнародних науково-метричних баз даних (Scopus, Web of Science), 3 публікації у матеріалах й 1 публікація у збірнику тез наукових конференцій.

Опубліковані праці повною мірою висвітлюють матеріали дисертаційної роботи.

5. Оцінка практичного значення результатів роботи

Практичне значення роботи полягає у тому, що на підставі проведених теоретичних і експериментальних досліджень вирішене важливе науково-прикладне завдання в галузі інформаційних технологій - розроблення принципів

побудови та створення рекурентних логарифмічних аналого-цифрових перетворювачів з підвищеними метрологічними характеристиками, а саме:

- розроблені структурні схеми рекурентних ЛАЦП, які є новими та можуть бути використані у найрізноманітніших системах керування, телекомунікації, інформаційно-вимірювальної техніки тощо;
- розроблено математичні моделі, які дають змогу визначити властивості рекурентних ЛАЦП під час їх проектування;
- розроблені алгоритми та пакет прикладних програм дають змогу на стадії проектування чисельно оцінити похибки та характеристики перетворення рекурентних ЛАЦП на ЕОМ з урахуванням реальних параметрів компонентів;
- розроблено методику оцінки похибок рекурентних ЛАЦП;
- розроблено методику розрахунку параметрів схем рекурентних ЛАЦП і дано рекомендації щодо реалізації рекурентних ЛАЦП.

6. Загальна характеристика дисертаційної роботи

Дисертаційна робота, що присвячена розробленню та дослідженню рекурентних логарифмічних аналого-цифрових перетворювачів, складається з переліку умовних скорочень, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел і 4 додатків. Загальний обсяг роботи складає 195 сторінок друкованого тексту, із них 5 сторінок вступу, 118 сторінок основного тексту, 36 рисунків, 2 таблиці, список використаних джерел із 154 найменувань і додатки.

У *вступі* окреслено актуальність теми дисертації, мету, завдання дослідження, продемонстровано зв'язок роботи з науковими програмами і темами, відзначено наукову новизну результатів, їх практичне значення, особистий внесок дисертантки.

У *першому розділі* дисертаційної роботи здійснено огляд літературних джерел і сучасного стану логарифмічних аналого-цифрових перетворювачів; представлено нові класи в класифікації логарифмічних аналого-цифрових перетворювачів, проведено аналіз властивостей інтегральних логарифмічних аналого-цифрових перетворювачів, описано перспективи розвитку інтегральних логарифмічних аналого-цифрових перетворювачів.

Другий розділ роботи присвячений розробленню загальних принципів побудови рекурентних ЛАЦП, розглянуто реалізацію рекурентних ЛАЦП зі сталою та змінною в процесі перетворення 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 представлено розроблення фізичних моделей рекурентних ЛАЦП, встановлено джерела похибок, створено математичні моделі

похибок рекурентних ЛАЦП, дано оцінку похибок з урахуванням параметрів сучасних компонентів і показано, що домінуючою похибкою є похибка від впливу струмів витікання компонентів.

Четвертий розділ дисертаційної роботи присвячений проведенню фізичного моделювання розроблених рекурентних ЛАЦП зі сталою та зі змінною основою логарифма, наведено принципові схеми рекурентних ЛАЦП, особливу увагу звернено на запропоновані рекурентні ЛАЦП як зі сталою, так і змінною основою логарифма, представлено їх принципові схеми, які є перспективними для виготовлення за технологією інтегральних схем.

Додатки містять програми аналізу похибок рекурентних ЛАЦП та результати розрахунку похибок, принципову схему та вигляди друкованої плати макету рекурентного ЛАЦП зі змінною основою логарифму.

7. Зауваження та рекомендації до дисертаційної роботи

1. У розділі 1 аналізуються класи інтегральних логарифмічних аналого-цифрових перетворювачів (п. 1.3), які не корелюються із наведеною класифікацією (п. 1.2).
2. У висновках до розділу 1 (п. 3) зазначено, що недостатньо дослідженими залишаються питання розроблення принципів дії, методів моделювання та створення нових структур рекурентних, проте у тексті розділу недостатньо уваги приділено аналізу того, що вже було зроблено іншими дослідниками.
3. У розділі 3 математичне моделювання проведено для ЛАЦП із змінною основою логарифма, а особливості моделювання ЛАЦП зі сталою основою логарифма не зазначені.
4. У дисертації зустрічаються стилістичні та граматичні помилки, неточності в окремих реченнях.

8. Загальний висновок

Дисертація Єлісеєвої Ганни Сергіївни на тему “Рекурентні логарифмічні аналого-цифрові перетворювачі” є завершеною науковою працею та має теоретичну та практичну цінність.

У дисертації розв’язано науково-практичне завдання - розроблення та дослідження принципів побудови та створення рекурентних логарифмічних аналого-цифрових перетворювачів з підвищеними метрологічними характеристиками.

Наведені зауваження не впливають на обґрунтованість наукових положень та висновків дисертаційної роботи, не знижують її наукової та практичної цінності, їх можна розглядати як рекомендації.

З урахуванням обґрунтованості наукових положень та висновків наведених у дисертації, наукової та практичної цінності отриманих автором наукових результатів, вважаю, що дисертаційна робота відповідає вимогам до наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» та Постанови Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. №44 «Про затвердження порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішень разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження наукового ступеня доктора філософії», а її автор – Єлісеєва Ганна Сергіївна заслуговує на присудження їй наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 123 – Комп'ютерна інженерія із галузі знань 12 – Інформаційні технології.

Рецензент – доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри електронних
обчислювальних машин
Національного університету
«Львівська політехніка»



Роман ДУНЕЦЬ

Підпис д.т.н., професора Дунця Р.Б.
«ЗАСВІДЧУЮ»
Вчений секретар Національного університету
«Львівська політехніка»
к.т.н., доц.



« 5 » *чурин* 2023р.

Роман БРИЛИНСЬКИЙ