

Висновки

Синтез число-імпульсних функціональних блоків цифрових частотомірів не є однозначним і передбачає сім різних варіантів число-імпульсних структур. Відомо, що число-імпульсні структури функціональних блоків цифрових частотомірів, побудовані з застосуванням число-імпульсних дільників, є точнішими за структури на число-імпульсних помножувачах. Разом з тим, побудова функціонального блока на число-імпульсних помножувачах дає змогу розширити нижню межу діапазону вимірювання до нуля. Крім того, такі структури, внаслідок відсутності імпульсних зворотних зв'язків, можуть реалізуватися на конвеєрних число-імпульсних помножувачах. Це дає змогу застосувати вищу частоту квантування і розширити діапазон вимірювання, також і в бік високих частот. Встановлено, що точність число-імпульсних функціональних блоків на помножувачах можна покращити, виявивши і застосувавши оптимальне зміщення результату перетворення. Для виявлення оптимального зміщення розроблено імітаційно-математичну модель перетворювача, чутливу до початкових зміщень результату. На прикладі 10-розрядної структури показано, що оптимальне початкове зміщення результату перетворення забезпечує точність структури на помножувачах не гіршу, ніж точність, властиву число-імпульсній структурі на помножувачі і подільнику.

1. Данчеев В.П., Кинкладзе К.К. *Развертывающие цифровые функциональные преобразователи: Гибкое использование памяти.* – М., 1990. 2. Дудыкевич В.Б. *Число-імпульсні функціональні перетворювачі: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук.* – Львів, 1991. 3. Алькаев М.И., Клисторин И.Ф., Токарев А.С., Щербаченко А.М. *Многоканальный преобразователь "Частота-код" для ввода данных от частотных датчиков в УВМ "Днепр-1"//Автоматрия, 1972, №2.* – С.82–87. 4. Горпенюк А.Я. *Реверсивні число-імпульсні функціональні перетворювачі: Автореф. дис. ... к-та техн. наук.* – Львів, 1998. 5. *Цифровой способ измерения частоты следования импульсов: А.с. 375571 СССР, МКИ G 01 23/02/ В.Б. Дудыкевич, Н.В. Кирианаки (СССР).*

УДК 681.325

Р.Д.Баран, О.С.Вітер, В.М.Максимович, Л.В.Мороз
Національний університет "Львівська політехніка",
кафедра автоматики та телемеханіки

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СПОСОБІВ РОЗШИРЕННЯ ДИНАМІЧНОГО ДІАПАЗОНУ ЧІФП З ДОДАТНИМ ЗВОРОТНИМ ЗВ'ЯЗКОМ

© Баран Р.Д., Вітер О.С., Максимович В.М., Мороз Л.В., 2004

Розглянуто різні структури число-імпульсних функціональних перетворювачів з додатним імпульсним зворотним зв'язком, динамічний діапазон яких може мати як завгодно велике скінченне значення. Доведено, що істотно кращі метрологічні характеристики мають пристрої із змінною розрядністю.

The structures of number pulse functional converters with pulse positive feedback that have any large finite dynamic range are considered. It's proved that devices with bits variability have essentially better metrological characteristics.

1. Постановка проблеми

Число-імпульсні функціональні перетворювачі (ЧІФП) з додатним імпульсним зворотним зв'язком (ДЗЗ) ефективно використовують у вимірювальній техніці, зокрема для лінеаризації характеристик дозиметричних детекторів [1]. Вони характеризуються високою точністю перетворення в реальному масштабі часу, але мають низьку швидкодію, зумовлену тим, що вхідні

імпульси можуть викликати цілі серії імпульсів в колі зворотного зв'язку. Цей недолік не завжди впливає на метрологічні характеристики пристроїв загалом, наприклад, якщо перетворення відбувається “в тілі” вихідних імпульсів детекторів [1]. Однак часто доводиться враховувати низьку швидкодію.

Швидкодію ЧФП не може розглядати відокремлено від точності їх перетворення і динамічного діапазону. Підвищення швидкодії структурними методами, як правило, спричиняє збільшення похибки перетворення чи (і) звуження динамічного діапазону [2]. Найуніверсальнішими можна вважати ЧФП, динамічний діапазон яких визначається тільки кількістю розрядів їх структурних елементів і може мати будь-яке задане скінченне значення. Такі пристрої із задовільною швидкістю можуть бути реалізовані декількома способами, основними з яких є: використання принципу змінної розрядності; використання двійкових подільників (ДД) для перемикавання піддіапазонів.

2. Аналіз наявних досліджень

ЧФП з імпульсними зворотними зв'язками і із змінною розрядністю досліджені у багатьох роботах, наприклад, у [2 – 4]. Було доведено, що вони мають високі метрологічні характеристики як для ДЗЗ, так і для від'ємного зворотного зв'язку. У багатьох з них, насамперед побудованих на базі накопичувального суматора (НС), похибка перетворення є співмірною або меншою від трансформованої похибки квантування у всьому динамічному діапазоні, що свідчить про їх метрологічну доцільність. Окрім того, їх швидкодія є порівняно високою, оскільки кожен вхідний імпульс може викликати не більше ніж один імпульс в колі ДЗЗ.

Пристрої з використанням ДД розглянуто у [5,6]. Доведено, що вони забезпечують довільне задане скінченне значення динамічного діапазону. Однак метрологічні характеристики цих пристроїв не були повністю досліджені.

3. Мета дослідження

Метою дослідження є комплексне порівняння характеристик ЧФП із змінною розрядністю і ЧФП з використанням ДД на прикладі пристроїв для реалізації функції кореня квадратного з вхідного число-імпульсного коду (ЧК).

4. Структури ЧФП і результати їх моделювання

Структурна схема ЧФП, до складу якого входить ДД [5], наведена на рис. 1.

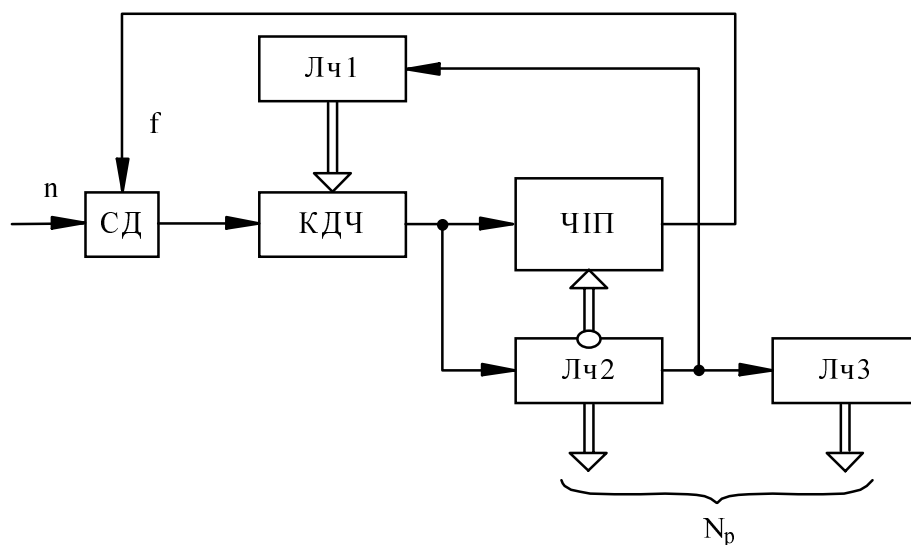


Рис. 1. ЧФП з використанням ДД

До складу входять: схема додавання імпульсних потоків СД, керований дільник частоти КДЧ, число-імпульсний помножувач ЧП і лічильники Лч1 – Лч3. Лічильник Лч1 і дільник КДЧ становлять двійковий дільник ДД. ЧП може бути реалізований як на основі двійкового помножувача (ДП), так і на основі НС.

Якщо вважати, що вага молодшого розряду коду результату N_p дорівнює $2^{\frac{m+1}{2}}$, де m – кількість двійкових розрядів Лч2 і ЧП, тоді

$$N_p \cong \sqrt{n}, \quad (1)$$

де n – вхідний ЧК. Абсолютна похибка перетворення пристрою:

$$\Delta = N_p - \sqrt{n}. \quad (2)$$

На рис. 2, а, б, в, г наведено графіки поточних значень абсолютних похибок перетворення пристрою – Δ , отримані внаслідок імітаційного моделювання для реалізації ЧП на базі НС. Похибки отримані для різних значень кількостей двійкових розрядів Лч2 і ЧП – m . Тут також для порівняння наведено екстремальні значення трансформованої похибки квантування, які визначають згідно з рівняннями:

$$\Delta_{TP_{max}} = \sqrt{n} - \sqrt{n-1}, \quad (3)$$

$$\Delta_{TP_{min}} = \sqrt{n} - \sqrt{n+1}. \quad (4)$$

Із графіків можна зробити висновок, що значення Δ зменшуються із зростанням кількості розрядів m . Однак водночас збільшується максимальна кількість імпульсів в колі ДЗЗ – f_{max} (рис. 2), що відповідають одному вхідному імпульсу, і, отже, зменшується швидкодія пристрою.

На рис. 2, д зображений графік поточної похибки ЧФП на базі НС з ДЗЗ із змінною розрядністю [3]. В пристрої забезпечуються малі, порівняно з $\Delta_{TP_{max}}$ і $\Delta_{TP_{min}}$, значення похибки перетворення, а $f_{max} = 2$, що забезпечує високу швидкодію пристрою.

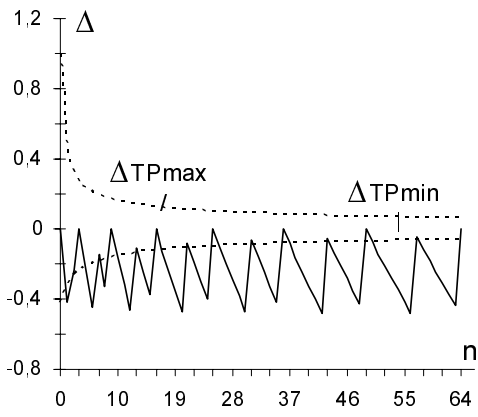
На рис. 2, е зображено графік поточної похибки ЧФП на базі НС з ДЗЗ з фіксованою розрядністю [7], у такому разі для $m = 7$. Пристрій є точнішим від попереднього, однак має меншу швидкодію, оскільки $f_{max} = 16$. Слід зауважити, що при збільшенні m похибка перетворення пристрою буде щораз меншою, але водночас буде стрімко зростати значення f_{max} . Істотним є також те, що для малих значень вхідного ЧК n похибки перетворення є значно меншими від екстремальних значень Δ_{TP} (рис. 2, е), що свідчить про певну невиправдану (оскільки істотно зменшується швидкодія) надлишковість.

Співмірність значень абсолютної похибки перетворення і екстремальних значень трансформованої похибки квантування є істотним чинником, що визначає метрологічну доцільність ЧФП у складі вимірювального пристрою. Отже, корисно розглянути залежності коефіцієнта метрологічної доцільності, що визначається виразом [4]

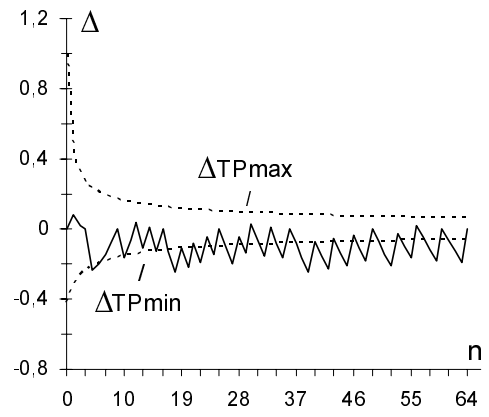
$$k = \left| \frac{\Delta}{\Delta_{TP_{max}}} \right|, \quad (5)$$

від значень n . Відповідні графіки для ЧФП з використанням ДД зображено на рис. 3, а, б, в, г; для ЧФП із змінною розрядністю – на рис. 3, д; для ЧФП з фіксованою розрядністю – на рис. 3, е. Наведені залежності також свідчать на користь пристрою із змінною розрядністю.

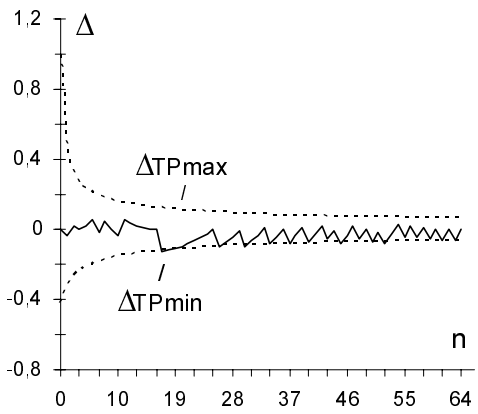
Під час роботи були також досліджені похибки і швидкодія пристроїв: з використанням ДД (рис. 1) для реалізації ЧП на основі ДП; ЧФП на базі ДП з ДЗЗ



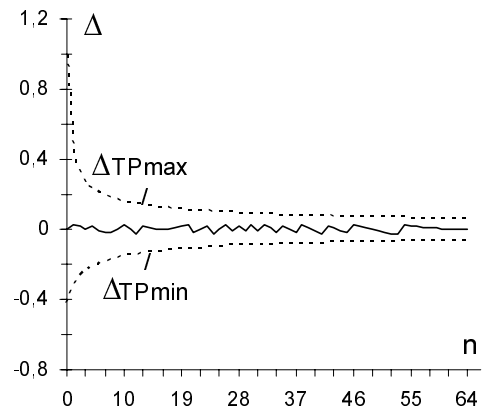
a) $m=1, f_{\max}=2$



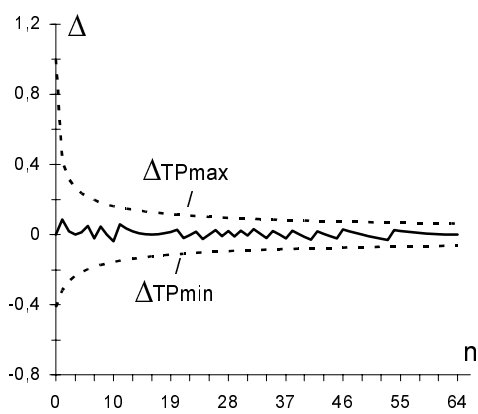
б) $m=3, f_{\max}=4$



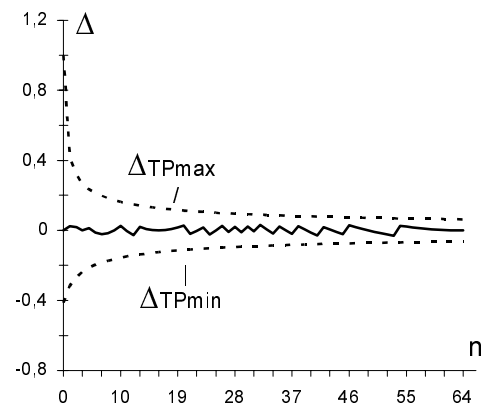
в) $m=5, f_{\max}=8$



г) $m=7, f_{\max}=16$

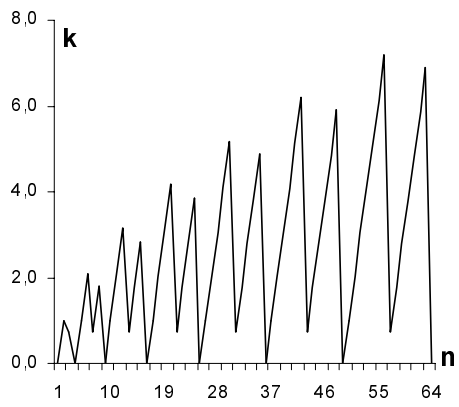


д) $f_{\max}=2$

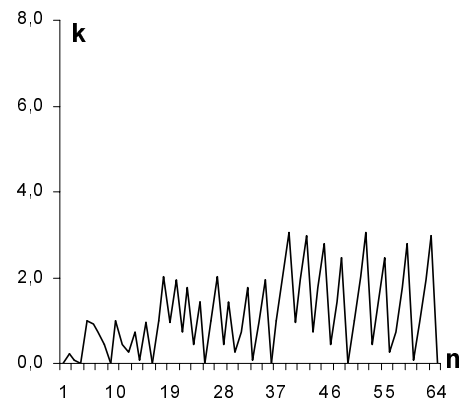


е) $m=7, f_{\max}=16$

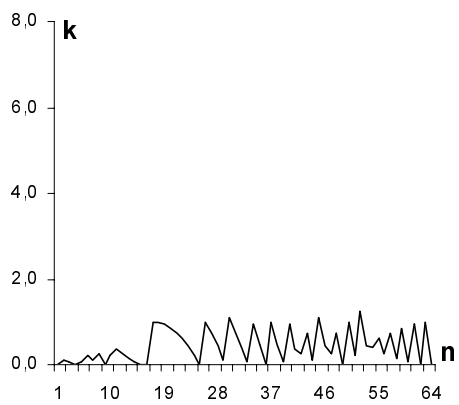
Рис. 2. Поточні похибки ЧІФП на базі НС



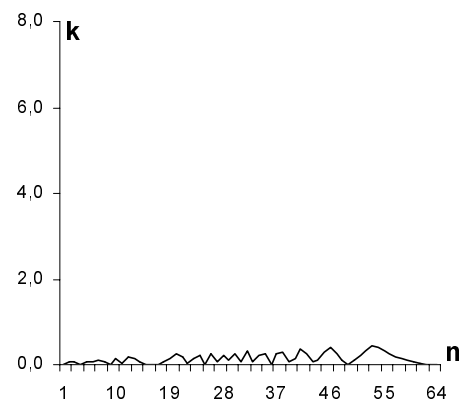
а) $m=1, f_{\max}=2$



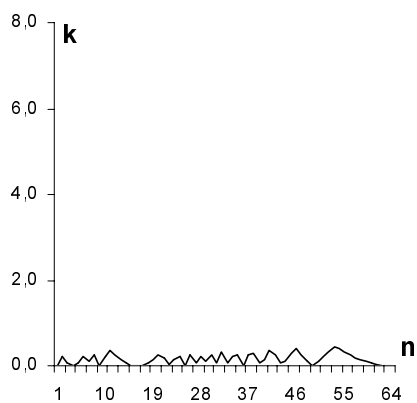
б) $m=3, f_{\max}=4$



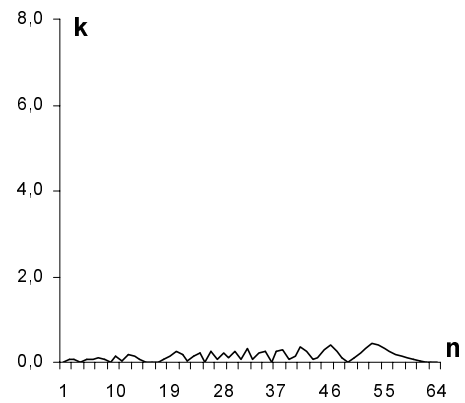
в) $m=5, f_{\max}=8$



г) $m=7, f_{\max}=16$



д) $f_{\max}=2$



е) $m=7, f_{\max}=16$

Рис. 3. Поточні значення коефіцієнтів метрологічної доцільності ЧІП на базі НС

і із змінною розрядністю [8]; ЧФП на базі ДП з ДЗЗ з фіксованою розрядністю [9]. Було виявлено, що серед цих пристроїв перевагу також потрібно віддати перетворювачу із змінною розрядністю.

Графіки на рис. 2 і 3 ілюструють лише характер зміни Δ і k для початкових невеликих значень n . В табл. 2, 3, 4 зведено результати імітаційного моделювання пристроїв в широких межах значень n . Визначені екстремальні значення похибки $\Delta - \Delta_{\max}, \Delta_{\min}$ і коефіцієнта $k - k_{\max}$ для певних піддіапазонів n .

Таблиця 1

ЧФП з використанням ДД на базі ДП

n	m=1, f _{max} =2			m=5, f _{max} =8			m=15, f _{max} =256			m=21, f _{max} =2048		
	Δ_{\max}	Δ_{\min}	k _{max}	Δ_{\max}	Δ_{\min}	k _{max}	Δ_{\max}	Δ_{\min}	k _{max}	Δ_{\max}	Δ_{\min}	k _{max}
2 ⁰ ...2 ²	0,0000	-0,4142	1,0000	0,0179	-0,1642	0,3964	0,0179	-0,1642	0,3964	0,0179	-0,1642	0,3964
2 ² ...2 ⁴	0,0000	-0,4641	3,1469	0,0465	-0,1110	0,6041	0,0465	-0,1110	0,6041	0,0465	-0,1110	0,6041
2 ⁴ ...2 ⁶	0,0000	-0,4833	7,2011	0,0193	-0,1351	1,6138	0,0385	-0,0726	0,7758	0,0385	-0,0726	0,7758
2 ⁶ ...2 ⁸	0,0000	-0,4919	15,226	0,0122	-0,1308	3,6192	0,0270	-0,0461	0,9442	0,0270	-0,0461	0,9442
2 ⁸ ...2 ¹⁰	0,0000	-0,4960	31,238	0,0070	-0,1281	7,6221	0,0179	-0,0260	1,1111	0,0179	-0,0260	1,1111
2 ¹⁰ ...2 ¹²	0,0000	-0,4980	63,244	0,0038	-0,1266	15,623	0,0108	-0,0159	1,2778	0,0108	-0,0159	1,2778
2 ¹² ...2 ¹⁴	0,0000	-0,4990	127,24	0,0019	-0,1258	31,624	0,0066	-0,0089	1,4444	0,0066	-0,0089	1,4444
2 ¹⁴ ...2 ¹⁶	0,0000	-0,4995	255,24	0,0010	-0,1254	63,624	0,0026	-0,0070	2,4444	0,0038	-0,0051	1,6111
2 ¹⁶ ...2 ¹⁸	0,0000	-0,4997	511,24	0,0005	-0,1252	127,62	0,0015	-0,0056	4,4444	0,0022	-0,0028	1,7777
2 ¹⁸ ...2 ²⁰	0,0000	-0,4998	1023,2	0,0002	-0,1251	255,62	0,0008	-0,0047	8,4444	0,0012	-0,0015	1,9444

Таблиця 2

ЧФП з використанням ДД на базі НС

n	m=1, f _{max} =2			m=5, f _{max} =8			m=15, f _{max} =256			m=21, f _{max} =2048		
	Δ_{\max}	Δ_{\min}	k _{max}	Δ_{\max}	Δ_{\min}	k _{max}	Δ_{\max}	Δ_{\min}	k _{max}	Δ_{\max}	Δ_{\min}	k _{max}
2 ⁰ ...2 ²	0,0000	-0,4142	1,0000	0,0179	-0,0392	0,0946	0,0000	-0,0015	0,0049	0,0000	-0,0001	0,0003
2 ² ...2 ⁴	0,0000	-0,4641	3,1469	0,0583	-0,0372	0,3782	0,0017	-0,0018	0,0143	0,0002	-0,0002	0,0015
2 ⁴ ...2 ⁶	0,0000	-0,4833	7,2011	0,0265	-0,1231	1,2357	0,0018	-0,0016	0,0261	0,0002	-0,0002	0,0038
2 ⁶ ...2 ⁸	0,0000	-0,4919	15,226	0,0171	-0,1243	3,2422	0,0018	-0,0019	0,0604	0,0002	-0,0002	0,0074
2 ⁸ ...2 ¹⁰	0,0000	-0,4960	31,238	0,0100	-0,1247	7,2459	0,0018	-0,0019	0,1211	0,0002	-0,0002	0,0154
2 ¹⁰ ...2 ¹²	0,0000	-0,4980	63,244	0,0055	-0,1248	15,247	0,0019	-0,0019	0,2460	0,0002	-0,0002	0,0306
2 ¹² ...2 ¹⁴	0,0000	-0,4990	127,24	0,0028	-0,1249	31,248	0,0019	-0,0019	0,4948	0,0002	-0,0002	0,0622
2 ¹⁴ ...2 ¹⁶	0,0000	-0,4995	255,24	0,0014	-0,1249	63,249	0,0009	-0,0039	1,4945	0,0002	-0,0002	0,1246
2 ¹⁶ ...2 ¹⁸	0,0000	-0,4997	511,24	0,0007	-0,1249	127,14	0,0006	-0,0039	3,4945	0,0002	-0,0002	0,2495
2 ¹⁸ ...2 ²⁰	0,0000	-0,4998	1023,2	0,0003	-0,1249	255,24	0,0003	-0,0039	7,4945	0,0002	-0,0002	0,4994

Таблиця 3

ЧФП із змінною розрядністю

n	На базі ДП, f _{max} =2			На базі НС, f _{max} =2		
	Δ_{\max}	Δ_{\min}	k _{max}	Δ_{\max}	Δ_{\min}	k _{max}
2 ⁰ ...2 ²	0,0179	-0,1642	0,3964	0,0857	0,0000	0,2071
2 ² ...2 ⁴	0,0465	-0,1110	0,6041	0,0583	-0,0372	0,3782
2 ⁴ ...2 ⁶	0,0385	-0,0726	0,7758	0,0306	-0,0301	0,4363
2 ⁶ ...2 ⁸	0,0270	-0,0461	0,9442	0,0154	-0,0148	0,4719
2 ⁸ ...2 ¹⁰	0,0179	-0,0260	1,1111	0,0077	-0,0077	0,4833
2 ¹⁰ ...2 ¹²	0,0108	-0,0159	1,2778	0,0039	-0,0039	0,4943
2 ¹² ...2 ¹⁴	0,0066	-0,0089	1,4444	0,0019	-0,0019	0,4948
2 ¹⁴ ...2 ¹⁶	0,0038	-0,0051	1,6111	0,0009	-0,0009	0,4973
2 ¹⁶ ...2 ¹⁸	0,0022	-0,0028	1,7777	0,0004	-0,0004	0,4987
2 ¹⁸ ...2 ²⁰	0,0012	-0,0015	1,9444	0,0002	-0,0002	0,4994

5. Висновки

Отримані результати дають змогу зробити такі висновки:

- ЧФП з ДЗЗ і із змінною розрядністю забезпечують кращі метрологічні характеристики порівняно з ЧФП з ДЗЗ і з використанням ДД;
- ЧФП на базі НС забезпечують менші похибки перетворення, ніж пристрої на базі ДП.

1. Лопачак О.М., Максимович В.М., Сторонський Ю.Б. Пристрої для компенсації мертвого часу детекторів іонізуючого випромінювання / Вісн. НУ "Львівська політехніка". №433. 2001. – С. 41-47. 2. V.Dudykevych, V.Maksymovych. Quick Number-Pulse Processing in Systems for Image Analysis and Formation // Metody i technika przetwarzania sygnalow w pomiarach fizycznych // Materialy VI międzynarodowego seminarium metrologow, Rzeszow, 1998., С.64–71. 3. V.Dudykevych, A.Gorpeniuk, V.Maksymovych, O.Viter. Metrological Expedience of Different Types Feedback Use in Number-Pulse Functional Converters // Metody i technika przetwarzania sygnalow w pomiarach fizycznych. Materialy VI międzynarodowego seminarium metrologow, Rzeszow, 1998., С.59–63. 4. Максимович В.М. Логарифмічні перетворювачі число-імпульсного коду на нагромаджуючому суматорі із змінною розрядністю // Вісник ДУ "Львівська політехніка" N366, 1999. – С. 107-112. 5. Гаврилюк М.А., Мороз Л.В. Число-импульсный функциональный преобразователь, А.с. СССР, № 1022160, Бюл. 21, 1983. 6. Дудыкевич В.Б., Мороз Л.В. Логарифмический преобразователь, А.с. СССР, № 1037248, Бюл. 31, 1983. 7. Дудыкевич В.Б., Максимович В.М. Устройство для извлечения квадратного корня. А.с. СССР, № 1290309, Бюл. 6, 1987. 8. Дудыкевич В.Б., Максимович В.М. Устройство для извлечения квадратного корня. А.с. СССР, № 1388856, Бюл. 14, 1988. 9. Витер А.С., Галамай Т.Г., Дудыкевич. Устройство для извлечения квадратного корня. А.с. СССР, № 564633, Бюл. 25, 1977.

УДК 621.317.73

Я.Р. Совин

Національний університет "Львівська політехніка",
кафедра автоматики та телемеханіки

АЛГОРИТМИ ПРИДУШЕННЯ ДИХАЛЬНОЇ ЗАВАДИ В РЕОГРАФІЧНИХ СИСТЕМАХ

© Совин Я.Р., 2004

Запропоновано три алгоритми придушення дихальної завади в реографічних сигналах: алгоритм фільтрації в частотній області з використанням ДКП, алгоритм, що базується на вейвлет-апроксимації та сплайн-апроксимації за характерними точками на реограмі. Наведено результати тестування алгоритмів на зареєстрованих сигналах та рекомендації щодо вибору їх параметрів.

In work three algorithms of suppression of a respiratory handicap in reography signals are offered. The algorithm of a filtration in frequency areas with use DCT, algorithm that is based on wavelet- approximation and also spline-approximation on characteristic points on reogramm. The results of testing of algorithms on the registered signals that of the recommendation concerning a choice of their parameters.

Постановка проблеми

Одним з перспективних інструментальних методів неінвазивного дослідження гемодинамічних параметрів серцево-судинної системи є імпедансна плетизмографія (реографія), в основу якої покладена реєстрація зміни опору (імпедансу) живої тканини струму високої частоти. Щоб сповна використати потенційні можливості методу, потрібне розроблення нових сучасних засобів інструментальної діагностики та вдосконалення їх програмно-алгоритмічного забезпечення.