

УДК 621

## **Алгоритми статистичної обробки рентгенотелевізійного зображення в реальному масштабі часу**

*Городецький Б.М., к.т.н., доц. Терлецький О.В.*

Забезпечення високої якості продукції - одна з найбільш важливих науково-технічних і виробничих проблем. В промисловості широко застосовують радіоскопічні методи неруйнівного контролю якості виробів. При цьому якість контролю визначається чутливістю апаратних засобів контролю якості виробів. Для радіаційних систем контролю виробів характерний високий рівень шуму, обумовлений флуктуаціями рентгенівських квантів на вході детектора рентгенівського випромінювання (Рис.1). Шуми рентгенівських квантів мають досить високий рівень, який може перевищувати в кілька разів рівень корисного сигналу. Тому на екрані телевізійного монітора тіньове рентгенівське зображення контрольованого об'єкта відтворюється на тлі явно виражених флуктуаційних шумів рентгенотелевізійного каналу, що істотно знижує якість та інформативність тіньового рентгенотелевізійного зображення. Чутливість радіоскопічних методів контролю якості виробів обмежена флуктуаційними шумами

рентгенотеле-візійного каналу і щоб підвищити чутливість контролю застосовують статистичні методи обробки рентгенотелевізійних зображень. Зазвичай для цього застосовують комп'ютерні технології обробки рентгенотелевізійних зображень, наприклад, такі програмно-апаратні засоби, як «Відеорен», «Сова +» та інші. В таких системах статистична обробка рентгенотелевізійних зображень реалізується шляхом накопичення заданої кількості кадрів рентгенотелевізійного зображення. При цьому відношення сигнал/шум на виході рентгенотелевізійної системи підвищується пропорційно  $\sqrt{N_k}$  накопичення кадрів рентгенотелевізійного зображення.

Використання цифрових методів обробки рентгенотелевізійного зображення дозволяє отримати цифрову радіограму контрольованого виробу, провести статистичну обробку тіньового рентгенівського зображення з метою підвищення чутливості контролю за рахунок фільтрації флуктуаційних шумів. Крім того, цифрова обробка

рентгенотелевізійного зображення в процесі просвічування контрольованого виробу, дозволяє автоматизувати вибір тривалості експозиції, що забезпечує отримання цифрових радіограм з нормованим ступенем почорніння. Що є важливим для їх подальшої обробки та розшифрування.

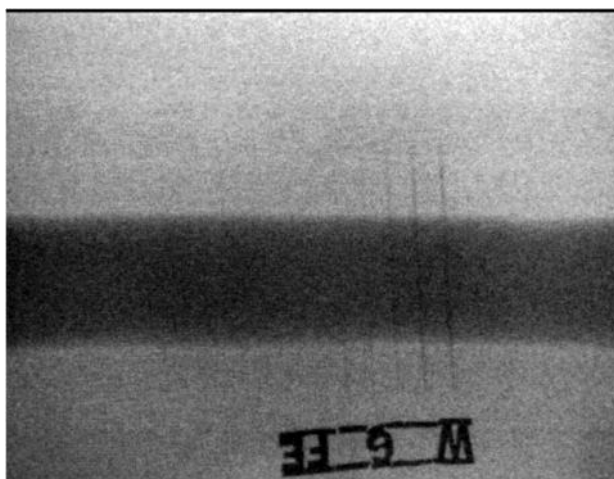


Рис. 1. Кадр рентгенотелевізійного сигналу без обробки

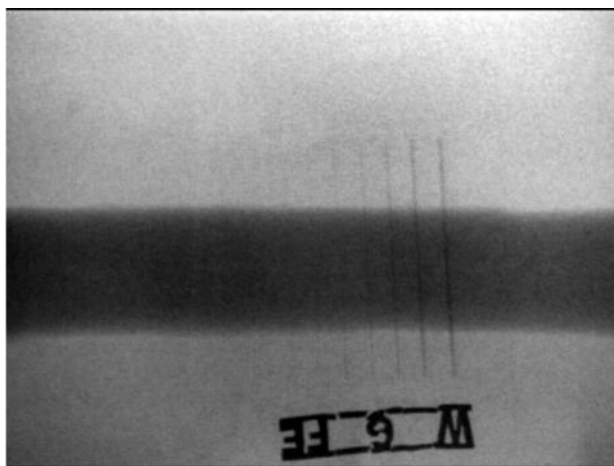


Рис. 2. Кадр рентгенотелевізійного сигналу після статистичної обробки

Алгоритм цифрової статистичної обробки рентгенотелевізійного зображення представлений на Рис.3 Поточний кадр рентгенотелевізійного

відеосигналу у цифровій формі попиксельно записується в ОЗП. Наступний оцифрований кадр надходячи до цифрового сигнального процесора (DSP) попиксельно сумується зі збереженим в ОЗП кадром телевізійного зображення. Результат сумування записується знову в ОЗП. Цей процес триває доти, поки рівень сигналу в ОЗП не досягне заданого значення рівня сигналу. Після досягнення цього значення, процес накопичення кадрів рентгенотелевізійного зображення припиняється і інформація з ОЗП автоматично виводиться на екран телевізійного монітора. На екрані телевізійного монітора оператор спостерігає рентгенограму виробу, що контролюється, з нормованим ступенем почорніння та без флуктуаційних шумів рентгенотелевізійного каналу.

У даному пристрої обробка даних, що поступають з АЦП, виконується повністю в цифровій формі. Основні операції, які будуть виконуватися над сигналом, – це складання багаторозрядних чисел, порівняння з константою, записаною в регістр, мультиплексування потоків. Частота дискретизації вхідного відеосигналу складає 24 МГц, що відповідає періоду в 40,62 нс. За цей час необхідно виконати такі операції: рахувати з оперативної пам'яті двох байтне число, скласти його з одержаним від АЦП 12 розрядним числом і одержану суму знову записати в оперативну пам'ять, до додаткових операцій відноситься порівняння суми з константою і

фіксація результату порівняння. Таким чином до апаратної частини пред'являються дуже жорстокі вимоги по швидкодії. Для успішної реалізації пристрою швидкодія апаратної частини повинна складати не більше 10-15 нс. Таку швидкодію можуть забезпечити мікросхеми програмованої логіки, які містять вбудовані помножувачі, схеми арифметичного переносу і великий об'єм оперативної пам'яті всередині кристалу, тому ПЛІС забезпечує можливість реалізації алгоритму цифрової обробки рентгенотелевізійного відеосигналу в реальному часі. Всі ці особливості разом з високою ступінню паралелізму ПЛІС забезпечують переваги ПЛІС над найшвидшими сигнальними процесорами в 500 і більше разів.[1]

Другим важливим елементом пристрою, до якого пред'являються жорстокі вимоги по швидкодії, є оперативна пам'ять. Час доступу до даних в оперативній пам'яті не повинен перевищувати 10-15 нс. При більшому часі доступу необхідно буде або зменшувати частоту дискретизації, або роздільну здатність. Оптимальним вибором за критеріями ціни та ресурсів є ПЛІС фірми INTEL Cyclone IV GX, оскільки серед усіх сімейств INTEL, ПЛІС Cyclone IV відрізняються найнижчою вартістю логічного

елемента і найнижчим енергоспоживанням. Крім трансиверів мікросхеми містять апаратні помножувачі і блоки вбудованого ОЗП. Також перевагою є те, що для Cyclone IV GX не потрібен тепловідвід, що спрощує дизайн друкованої плати, та зменшує вартість монтажу. Підтримка проектування ПЛІС Cyclone IV GX забезпечується програмним пакетом Quartus Prime, який є у вільному доступі. В данній таблиці показані основні ресурси ALERA Cyclone IV GX EP4CGX15

<b>Cyclone IV GX EP4CGX15 (напруга живлення ядра 1.2 В)</b>		
Ресурси	Кіл-сть логічних елементів, тисяч	14
	Кіл-сть блоків вбудованої ОЗП М9К	60
	Об'єм вбудованої ОЗП (кбіт)	540



Рис. 3. Алгоритм цифрової обробки рентгенотелевізійного зображення

## Висновки

1. Цифрова обробка рентгенотелевізійного зображення в процесі просвічування контрольованого виробу, дозволила автоматизувати вибір тривалості експозиції, що значно підвищує продуктивність та ефективність контролю, зменшує собівартість контролю та забезпечує отримання

цифрових радіограм з нормованим ступенем почорніння та відсутніми флуктуаційними шумами.

2. Оскільки обробка рентгенотелевізійного зображення відбувається в реальному масштабі часу доцільно використовувати ПЛІС, бо вона має високу швидкодію та велику кількість програмованих ресурсів, які дозволяють виконати

статистичну обробку рентгентелевізійного зображення. При цьому дуже важливим є можливість побудови на ПЛІС необхідної структури цифрового сигнального процесора. Наявність на кристалі ПЛІС необхідних компонентів і засобів конфігурації дозволяє реалізувати алгоритм статистичної обробки рентгентелевізійного зображення в реальному масштабі часу.

3. Оптимальним вибором є ПЛІС фірми INTEL Cyclone IV GX оскільки серед усіх сімейств INTEL ПЛІС Cyclone IV відрізняються

найнижчою вартістю логічного елемента і найнижчим енергоспоживанням, а також мають достатні ресурси для реалізації алгоритм цифрової обробки рентгентелевізійного відеосигналу в реальному часі.

### **Література**

1. Клайв Максфілд. Проектирование на ПЛИС. Архитектура, средства и методы – 2015 – С. 21.