

УДК 621

Адаптація аналогового сигнального процесору до параметрів відеосигналу

Волощенко В.В., к.т.н., доц. Терлецький О.В.

Науково-технічний прогрес обумовлює підвищення вимог до якості і надійності промислової продукції. Ефективні системи неруйнівного контролю якості виробів можуть забезпечити виконання цих вимог, без пошкодження досліджуваних зразків, які можуть бути використані в подальшому.

Найпоширенішим видом радіаційного неруйнівного контролю є рентгівська дефектоскопія. Принцип формування

рентгівського зображення базується на [1] нерівномірному поглинанні рентгівського випромінювання різними структурами досліджуваного об'єкта.

Реєстрація тіньового рентгівського випромінювання здійснюється візуально[2], за допомогою рентгенотелевізійної системи в яку входять джерело рентгівського випромінювання, рентгенооптичний перетворюючий (РЕОП) пристрій і система візуалізації.

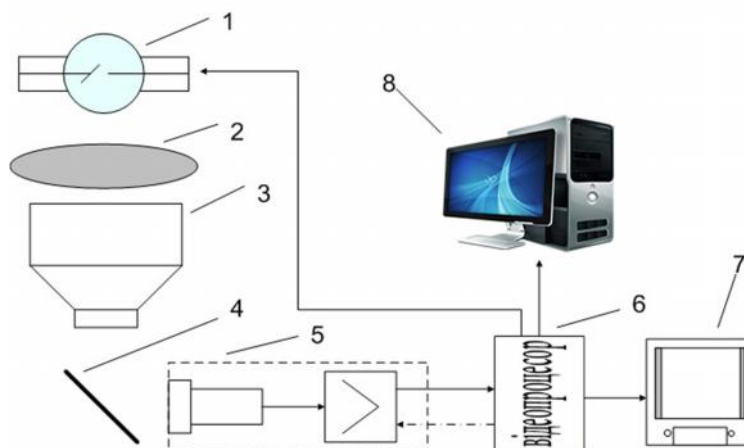


Рис. 1. Схема рентгенотелевізійної дефектоскопічної установки.

1—джерело рентгівського випромінювання; 2 – досліджуваний об'єкт; 3—рентгено-оптичний перетворювач; 4—проекційне дзеркало; 5—передавальна телевізійна камера; 6—відеопроцесор; 7—телевізійний монітор; 8 – комп'ютер.

На сьогодні область електроніки включає в себе широку елементну базу, яка має досить високі показники швидкодії. Використовуючи сучасну елементну базу ми маємо можливість реалізувати алгоритми обробки рентгенотелевізійного зображення в реальному часі. Метою розробки є автоматизація технології адаптації системи обробки відеосигналу.

Система візуалізації базується на цифровому сигнальному процесорі, аналоговому сигнальному процесорі та системі керування.

Адаптація відеосигналу відбувається за допомогою аналогового сигнального процесора, який виконаний на основі

однокристалного АЦП AD9821. До складу АСП входить відео підсилювач з програмованим коефіцієнтом підсилення, схема фіксації рівня сигналу на вході АЦП і регістри, які пов'язані з мікроконтроллером через стандартний послідовний інтерфейс (SPI).

Чутливість проведеного контролю якості виробів обмежується шумами квантування та дискретизації на зображенні об'єкта. Ці шуми мають властивість накопичуватись разом з корисним сигналом. Зменшити появу таких шумів можна лише шляхом оптимального використання динамічного діапазону АЦП.

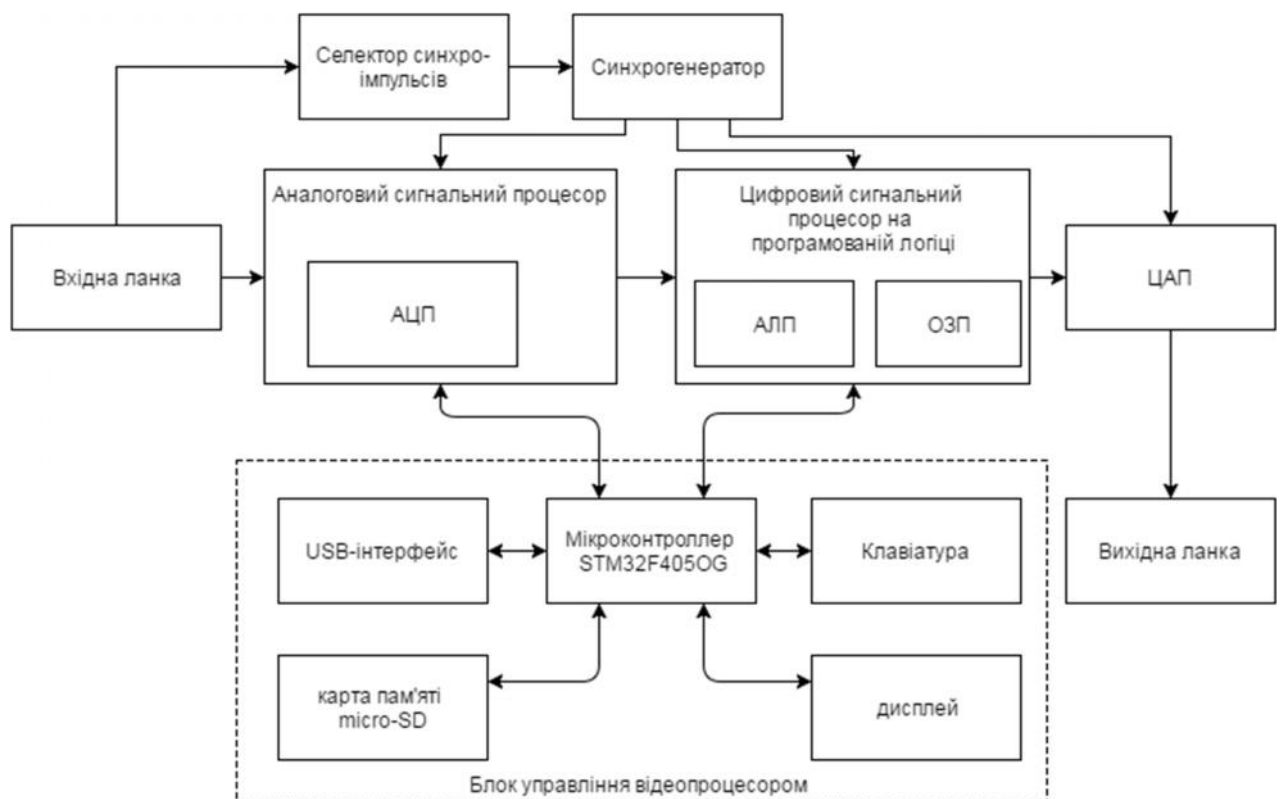


Рис. 2 Структурна схеми відеопроцесора обробки шумів

Аналоговий сигнальний процесор (АСП) призначений для дискретизації вхідного відеосигналу із заданою частотою, та оптимального узгодження рівня вхідного відеосигналу з динамічним діапазоном 12-ти розрядного аналого-цифрового перетворювача.

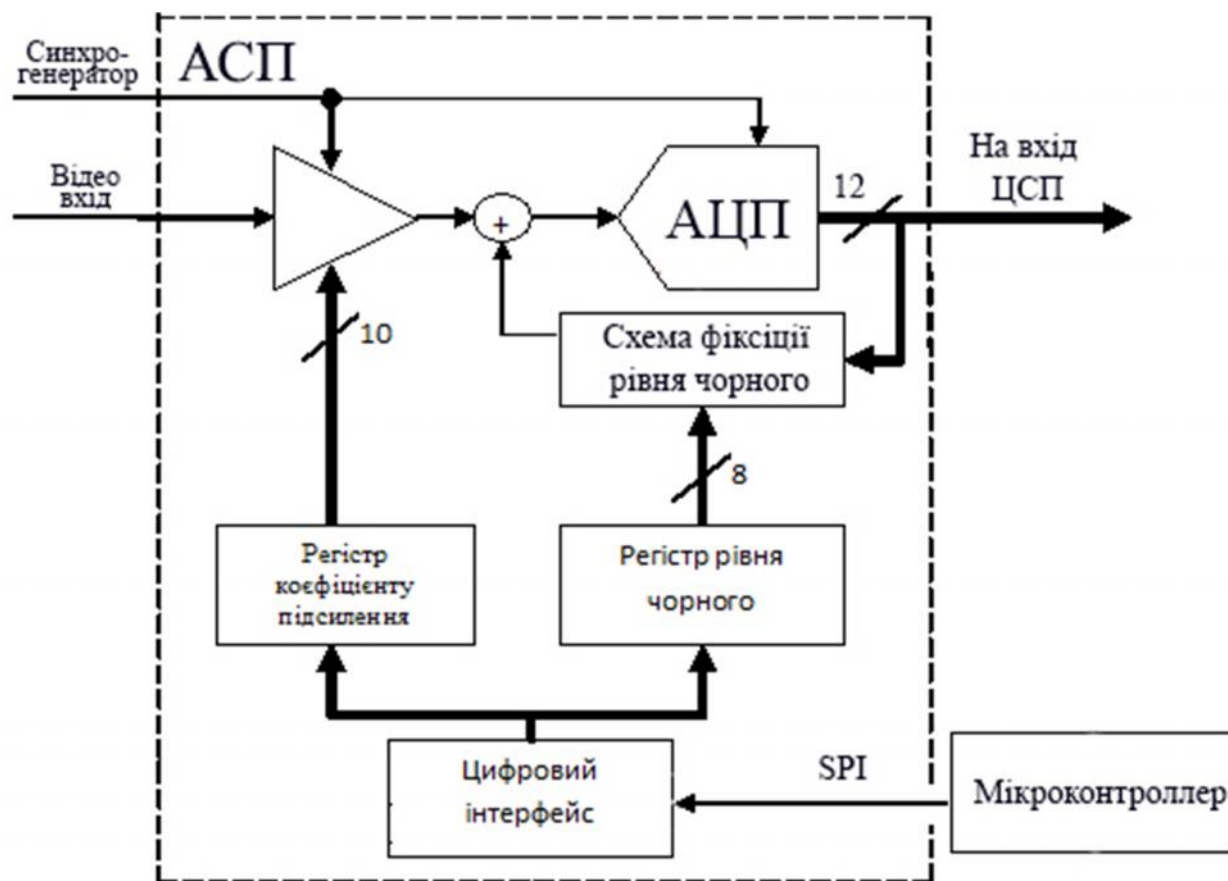


Рис. 3. Структурна схема аналогового сигнального процесора

Вхідний відеосигнал поступає на вхід відеопідсилювача зрегульованим коефіцієнтом підсилення. Відеопідсилювач забезпечує підсилення в діапазоні від 0 до 36 dB (від 1 до 63 в разях). Значення коефіцієнту підсилення залежить від коду, занесеного в регістр коефіцієнта підсилення мікросхеми. Цей регістр має розрядність 10 біт і дозволяє в діапазоні 1024 градацій лінійно змінювати коефіцієнт підсилення відеопідсилювача.

Для реалізації алгоритму адаптації використали мікроконтроллер STM-32 для визначення коефіцієнту підсилення для того щоб підігнати амплітуду вхідного сигналу до величини динамічного діапазону.

Мікроконтроллери фірми STM поєднують в собі дуже високу продуктивність, можливість роботи в режимі реального часу, здатність цифрової обробки сигналів, низьке енергоспоживання та досягають ціни

нижче одного долара, при цьому мають достатній набір периферії.

Підсилення може бути обчислено за формулою $K(\text{dB})=(0.0351 \times C)$, де $K(\text{dB})$ – коефіцієнт підсилення в dB, а C – число в діапазоні від 0 до 1023, занесене в регістр коефіцієнта підсилення.

Мікроконтроллер визначає параметри відеосигналу, що поступає на вхід ЦСП, порівнює їх з граничними значеннями динамічного діапазону АЦП, визначає необхідне значення коефіцієнта підсилення і рівня чорного сигналу і завантажує ці параметри в керівні регістри АСП. При цьому вхідний відеосигнал автоматично вписується в динамічний діапазон АЦП, що і забезпечує його оптимальне перетворення в цифрову форму.

Змінити значення регістра коефіцієнта підсилення можна за допомогою мікроконтроллера по послідовному інтерфейсу SPI. Особливістю АЦП мікросхеми AD9821 є те, що воно розрахована на повний діапазон вхідної напруги від 0 до 2 В. стандартна амплітуда відеосигналу звичайно складає величину 1 В. Для перекриття повного динамічного діапазону АЦП необхідно підсилити вхідну напругу мінімум в 2 рази. При меншому

коефіцієнті підсилення динамічний діапазон АЦП використовуватиметься не повністю.

Алгоритм функціонування пристрою в режимі “Прямого каналу” відбувається так. Спочатку робочі параметри для вибраного режиму читаються з EEPROM і зберігаються в оперативній пам'яті мікроконтроллера. Далі за допомогою інтерфейсу SPI проводиться ініціалізація АСП. У нього пересилаються параметри для загальної настройки режиму роботи а також коефіцієнт підсилення відеопідсилювача і рівень чорного. Ініціалізація ЦСП полягає в занесенні в детектор значення порогового рівня. Далі вихід детектора скидується, і встановлюється ознака прямого каналу, змінюються покази індикатора, тобто відображається тип робочого режиму, початковий коефіцієнт підсилення. Після цього зпочатком нового кадру блок управління контролює детектор. Якщо протягом кадру немає спрацьовування детектора, то коефіцієнт підсилення збільшується, проводиться реініціалізація АСП і змінюється значення коефіцієнта підсилення на індикаторі, проводиться скидання детектора.

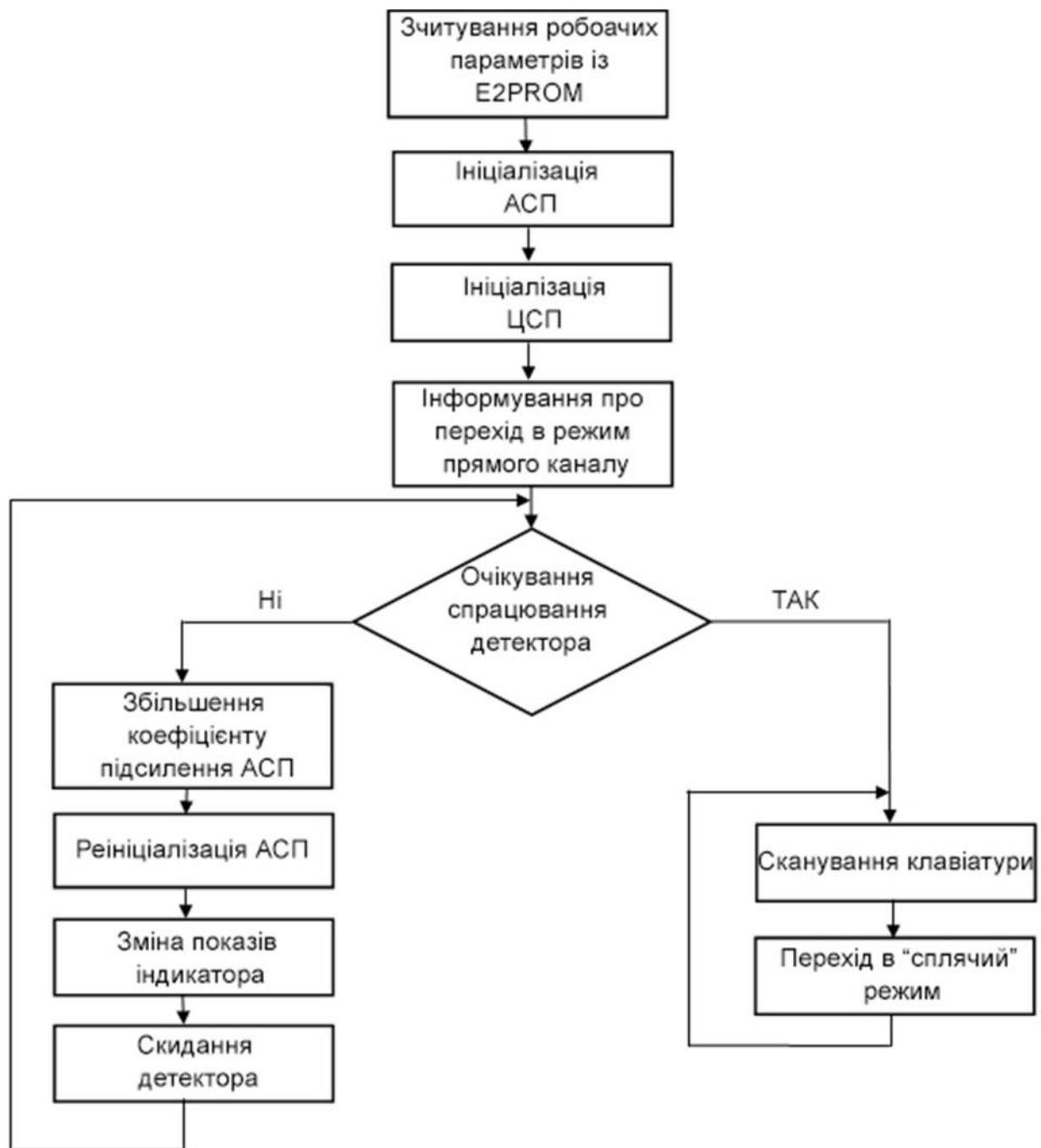


Рис.4. Алгоритм роботи системи адаптації АСП

Цей процес повторюється до тих пір, поки не буде підбраний такий коефіцієнт підсилення, при якому відбудеться спрацювання детектора в межах кадру. Це говорить про те, що підбраний оптимальний коефіцієнт підсилення при якому

динамічний діапазон АЦП використовується повністю. Після спрацювання детектора пристрій переходить на циклічну гілку сканування клавіатури. На цій ділянці алгоритму пристрій може перейти в

будь-якому з інших робочих режимів або в режим настроювання.

Вирішення питань адаптації зменшує шуми дискретизації та підвищує якість обробки на виході. Використання мікроконтролера STM-32 дозволяє використовувати систему адаптації в реальному часі. Наведений вище алгоритм адаптації може знайти широке застосування в системах обробки зображення.

В рентгенотелевізійних системах фон може переважати над корисним сигналом. Можливість віднімати фон дозволяє підвищити кількість корисного сигналу і як наслідок підвищити чутливість радіаційних методів контролю якості.

Перевагою системи адаптації ЦСП до параметрів відеосигналу є те що мікроконтролер може автоматично змінювати коефіцієнт підсилення відеосигналу та рівня чорного сигналу для того щоб

оптимально вписати відеосигнал в динамічний діапазон АЦП. Це є досить важливим оскільки досліджувані об'єкти можуть мати різну товщину, різний матеріал, також прискорюючи напруга рентгенівської трубки може бути різною, вид досліджуваних дефектів може відрізнитись, в результаті параметри сигналу будуть постійно відрізнитись. Автоматизованість дає можливість зменшити витрати часу і затрати коштів на дослідження.

Література

1. В.В. Сухоруков - Неруйнівний контроль. Том 2. Ультразвуковий контроль 28 – 39 с.
2. Белокуров И. П., Коваленко В. А. Дефектоскопия материалов и изделий. – К.: Техника, 1989. – 192 с.