УДК 004.083

О. В. Брягін[1], С. Ю. Орлов[2], Г. Н. Розорінов[2]
[1]Міністерство внутрішніх справ України
вул. Богомольця, 10, 01024 Київ, Україна
[2]Національний технічний університет України «КПІ»
проспект Перемоги, 37, 03056 Київ, Україна

Оцінка якості робочого шару магнітних носіїв

Розглянуто новий метод оцінки якості магнітних носіїв будь-якого типу, що базується на використанні принципів цифрової обробки багатомірних сигналів. Розроблено структурні схеми для практичної реалізації методу.

Ключові слова: *магнітний носій, багатомірні сигнали, функція розподілу ймовірностей, випадковий процес.*

Вступ

Проблема удосконалення процедур оцінки якості робочого шару магнітних носіїв є актуальною з початку їхнього застосування. Одними із основних факторів, які активно спонукають проведення досліджень у цій галузі на сьогоднішній день, намагання уникнути технологічних утрат під час їхнього виробництва та забезпечення цілісності записаної на магнітному носієві інформації, у тому числі — під час виконання технологічних процедур відновлення інформації з носіїв, які зазнали тих або інших пошкоджень. Спектр методів, що використовуються при цьому, охоплює як традиційні методи контролю, так і методи, засновані навіть на використанні нанотехнологій, — наприклад таких, як скануюча зондова мікроскопія [1–3].

Сутність більшості традиційних методів оцінки якості робочого шару магнітних носіїв полягає в тому, що попередньо записаний випробувальний сигнал потім відтворюється та порівнюється із заздалегідь встановленим порогом. Відтворений сигнал, який нижче порогу, вказує на неякісні місця магнітного носія (дефекти). Рівень порогу встановлюють у залежності від вимог до носія. При оцінці якості носіїв рівень порогу звичайно вибирають на 50 % (6 дб) нижче середнього рівня сигналу, що відтворюється [4].

Записуваний випробувальний сигнал являє собою послідовність імпульсів зі шпаруватістю 2 або синусоїдальний сигнал, що відповідає заданій щільності запису на носій. Запис відбувається в режимі отримання максимального вихідного сигналу, тобто в режимі, близькому до магнітного насичення носія.

© О. В. Брягін, С. Ю. Орлов, Г. Н. Розорінов

Постановка задачі

Вбачається доцільним отримати оцінку якості робочого шару із застосуванням методу, який не мав би недоліків, притаманних більшості методів оцінки. Це насамперед такі:

— необхідність запису на носій випробувального сигналу. Це призводить до зміни початкового стану робочого шару носія та не дозволяє оцінити якість власне носія, а також до ускладнення апаратури контролю;

— невисока роздільна здатність і точність оцінки якості, через те, що аналіз параметрів фактично паразитної амплітудної модуляції відтвореного сигналу на інтервалі реєстрації здійснюється послідовно потактово;

— невисока продуктивність процедури оцінки якості магнітного носія, у зв'язку з необхідністю виконання вимірів в одній доріжці.

Рішення

У цій роботі здійснена спроба усунути всі ці недоліки за рахунок використання принципів цифрової обробки багатомірних сигналів [5].

Для створення множини (поля) сигналів використовується багатодоріжковий блок (БДБ) тонкоплівкових магнітних головок. Число головок у БДБ $b \geq 2$. Один з можливих варіантів структурної схеми обробки відтворених сигналів показаний на рис. 1.

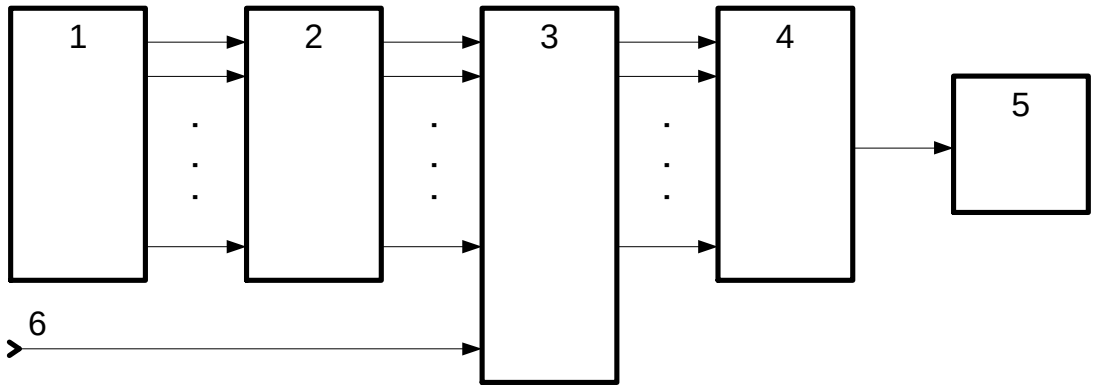

Рис. 1. Структурна схема обробки відтворених сигналів

При русі магнітного носія відносно БДБ 1 на виходах усіх *i* головок з'являються випадкові сигнали (шуми магнітного носія):

$$n_i(t) = \alpha \cdot \Phi_i(t), \quad i = \overline{1,\ M}, \tag{1}$$

де α — чутливість відтворюючої головки по потоку; $\Phi_i(t)$ — шумовий потік, що наводиться носієм в *i*-й головці; M — число відтворюючих головок.

Ці сигнали підсилюються в блоці 2 підсилювачів відтворення та на його виходах формуються сигнали

$$N_i(t) = k \cdot n_i(t), \quad i = \overline{1, M}, \tag{2}$$

де k — коефіцієнт підсилення кожного підсилювача.

Підсилені випадкові сигнали, що знімаються з виходів кожного підсилювача, подаються на відповідні порогові елементи (наприклад компаратори) блоку 3. Ці сигнали порівнюються з тим самим пороговим рівнем x, що встановлюється одночасно на всіх порогових елементах у настановній шині 6. Тоді на виходах блоку 3 порогових елементів формуються випадкові сигнали:

$$U_i(x,t) = \begin{cases} A, & при \quad N_i(t) \le x, \\ 0, & при \quad N_i(t) \succ x, \quad i = \overline{1, M}, \end{cases} \tag{3}$$

де A — відмінна від нуля стала.

Сигнали, що знімаються з виходів блоку 3 порогових елементів підсумовуються суматором 4, на виході якого утвориться сигнал вигляду

$$V = (x,t) = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^{M} U_i(x,t). \tag{4}$$

Цей сигнал, що надходить далі на реєстратор 5, являє собою підсилену в A раз незміщену та слушну оцінку функції розподілу ймовірностей випадкового процесу $N(t)$, представленого ансамблем реалізацій $N_i(t)$, тобто оцінку функції розподілу ймовірностей власних шумів магнітного носія, підсилених в $\alpha \cdot k$ раз [6].

При рівномірному русі магнітного носія відносно магнітних головок за умови однорідного бездефектного робочого покриття рівної товщини процеси $N_i(t)$ будуть стаціонарні. Тому величина сигналу $V(x,t)$, що надходить на вхід реєстратора 5 (самописа, осцилографа, лічильника і т.п.), залишається практично постійною.

Якщо в робочому шарі носія є дефекти (піщинки, окатиші, немагнітні вкраплення, пустоти), то ймовірність того, що випадкові сигнали $N_i(t)$, які знімаються з відповідних підсилювачів, не перевершать за величиною пороговий рівень x, зміниться. Отже, зміниться й величина $V(x,t)$, що буде зафіксовано реєстратором 5.

Більш гнучкою є схема, показана на рис. 2, завдяки можливості зміни роздільної здатності оцінки якості робочого шару носія.

Ця схема обробки містить у собі два однакових канали, в яких розміщені блоки порогових елементів 3, 6 і суматори 4, 7. В одному з цих каналів установлений блок 5 елементів затримки. Сигнали порога подаються на обидва порогових елемента 3, 6 настановною шиною 10.

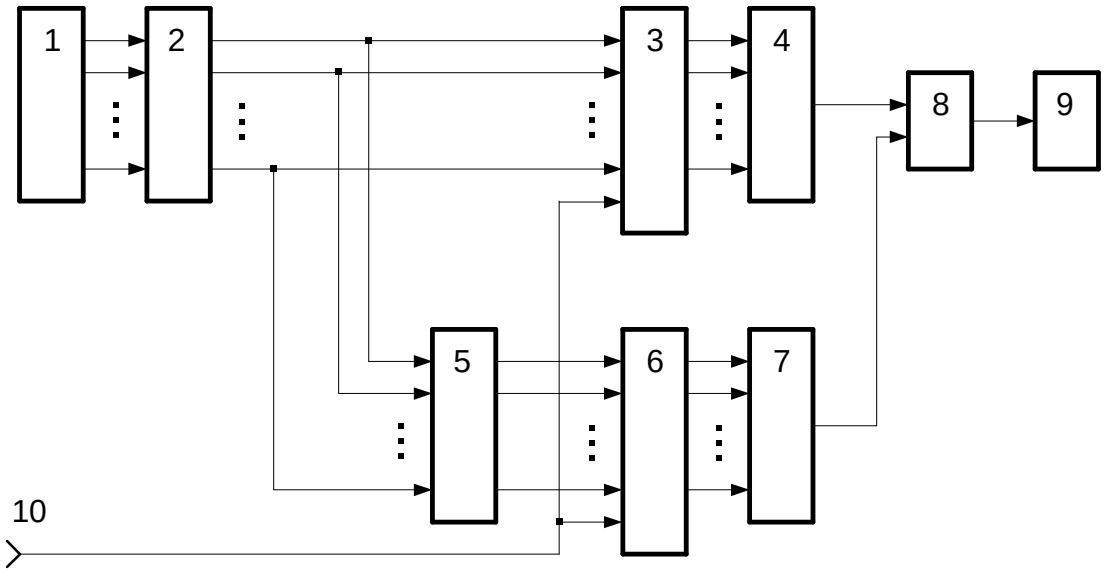

Рис. 2. Структурна схема обробки відтворених сигналів з елементами затримки

Підсилені сигнали відтворення надходять на відповідні порогові елементи блоку 3. Тоді на виходах цього блоку формуються випадкові сигнали, що задовольняють умовам (3). Сигнали, що знімаються з виходів блоку 3 порогових елементів утворюють сигнал вигляду:

$$V=(x,t)=\frac{1}{MA}\sum_{i=1}^{M}U_i(x,t). \tag{5}$$

Одночасно відтворені підсилені сигнали подаються на входи блоку 5 елементів затримки, за допомогою якого затримуються на деякий час τ, після чого сигнали далі надходять на входи додаткового блоку 6 порогових елементів. Блок 6 нічим не відрізняється від блоку 3, та в ньому затримані сигнали порівнюються з тим же пороговим рівнем *x*. На виходах блоку 6 порогових елементів формуються випадкові сигнали:

$$U_i(x,t-\tau)=\begin{cases}A, & при \quad N_i(t-\tau)\le x,\\ 0, & при \quad N_i(t-\tau)>x\ , \quad i=\overline{1,M}.\end{cases} \tag{6}$$

Сигнали $U_i(x,t-\tau)$ підсумовуються за допомогою суматора 7, у результаті чого утворюється сигнал:

$$V = (x, t-\tau) = \frac{1}{MA}\sum_{i=1}^{M} U_i(x, t-\tau). \qquad (7)$$

Сигнали, що знімаються з виходів суматорів 4 і 7, надходять на віднімач 8, що виробляє різницю

$$V(x,t,\tau) = V(x,t) - V(x,t-\tau). \qquad (8)$$

Цей сигнал надходить далі на реєстратор 9 і являє собою різницю незміщених і слушних незатриманих і затриманих оцінок функцій розподілу ймовірностей власних шумів магнітного носія, підсилених в $\alpha \cdot k$ раз. При рівномірному русі магнітного носія відносно магнітних головок за умови однорідного бездефектного рівнотовщинного робочого покриття носія в силу стаціонарності незатриманих $N_i(t)$ і затриманих $N_i(t-\tau)$ сигналів оцінки $V(x,t)$ та $V(x,t-\tau)$ практично збігаються, внаслідок чого на реєстратор 9 буде надходити сигнал $V(x,t,\tau) \approx 0$.

Якщо в робочому шарі носія є дефекти, то на входи віднімача 8 будуть надходити різні сигнали. В ланцюзі з затримкою формується сигнал, що представляє собою оцінку функції розподілу ймовірностей власних шумів бездефектного носія, а в ланцюзі без затримки — сигнал, що представляє собою оцінку функції розподілу ймовірностей шумів дефектної ділянки носія. В результаті на виході віднімача 8 виробляється сигнал $V(x,t,\tau)$ відмінний від нуля, що виявляється реєстратором 9. Вибір величини затримки τ визначається необхідною роздільною здатністю контролю при заданій швидкості руху носія (звичайно 0,01...1мс).

Недоліком схеми, приведеної на рис. 2, є складність, обумовлена наявністю великої кількості елементів затримки. Від цього недоліку вільна схема, показана на рис. 3.

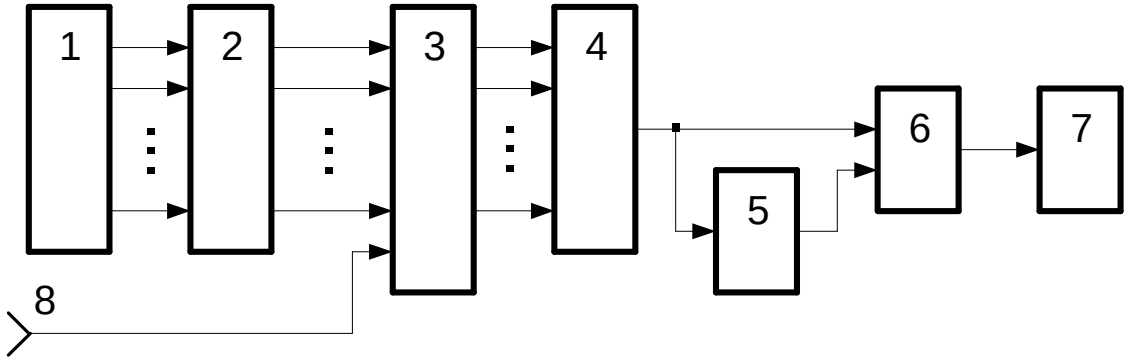

Рис. 3. Оптимальна структурна схема обробки відтворених сигналів

Сигнали, що знімають з виходів блоку 3 порогових елементів підсумовуються суматором 4, на виході якого утвориться випадковий сигнал (4). Цей сигнал затримується елементом 5 затримки на час τ, після чого віднімається з незатриманого сигналу $V(x,t)$ за допомогою віднімача 6, на виході якого формується різни-

цевий сигнал (8), який надходить далі на реєстратор 7. Якщо в робочому шарі носія є дефекти, то сигнал $V(x,t-\tau)$ протягом часу τ буде зберігати своє колишнє значення (що являє собою оцінку функції розподілу ймовірностей шумів бездефектного носія), а сигнал $V(x,t)$ змінить своє значення (що являє собою оцінку функції розподілу ймовірностей власних шумів дефектної ділянки носія). У результаті сигнал $V(x,t,\tau)$ стане відмінним від нуля, що й буде зафіксовано реєстратором 7.

Висновки

Запропонований метод дозволяє оцінювати якість робочого шару магнітних носіїв з високою роздільною здатністю, точністю та продуктивністю, не записуючи на носій випробувальний сигнал. При цьому статистична точність оцінки якості тим вище, чим більше значення порогу *x*, а різницеві методи обробки дозволяють підвищувати точність оцінки при збереженні роздільної здатності або підвищувати роздільну здатність при збереженні точності оцінки.

1. *Коженевский С.* Методы визуализации магнитных полей носителей информации [Электронный ресурс] / С. Коженевский, С. Левый, В. Вишневский, С. Прокопенко. — Режим доступа: http://www.epos.ua/pubs/visual.htm

2. *Losev V.V.* SPM Analysis of the CD/DVD Discs [Електронний ресурс] / V.V. Losev, S.A. Saunin, V.V. Zhizhimontov. — Режим доступу: http://www.ntmdt.ru/spm-notes/view/spm-analysis-of-the-cddvd-discs

3. Общество с ограниченной ответственностью Научно-производственное предприятие «АСЕ» Программно-аппаратный комплекс для ремонта HDD ATA, SATA PC-3000 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.acelab.ru/dep.pc/hdd.php

4. *Василевский Ю.А.* Носители магнитной записи. — М.: Искусство, 1989. – 287 с.

5. *Даджион Д.* Цифровая обработка многомерных сигналов / Д. Даджион, Р. Мерсеро; пер. с англ. — М.: Мир, 1988. — 488 с.

6. *Лившиц Н.А.* Вероятностный анализ систем автоматического управления / Н.А. Лившиц, В.Н. Пугачев. — Кн. 1. — М.: Сов. радио, 1963. — 896 с.

Надійшла до редакції 02.12.2008