

**ПРОГНОЗУВАННЯ ЧАСУ НАПРАЦЮВАННЯ НА ВІДМОВУ ВИРОБІВ  
ЕЛЕКТРОННОЇ ТЕХНІКИ ЗА РІВНЕМ НЧ ШУМУ**

Як відомо, значна кількість відмов виробів електронної техніки (ВЕТ) виникає внаслідок наявності дефектів внутрішньої структури, які виникають при технологічних процесах їх виготовлення. З метою покращення якості вихідної продукції у внутрішній структурі виробу створюються фізико-хімічні процеси, на етапах вхідного та вихідного контролю, що дозволяють виявляти приховані дефекти.

Одним із перспективних методів вхідного та вихідного контролю ВЕТ – є контроль за рівнем низькочастотних шумів. Використання такого методу дає можливість, на основі вивчення фізичних закономірностей зміни шумового параметра, проводити якісну оцінку, таку наприклад як придатний або непридатний. Як показують дослідження [1,2], у напівпровідникових структурах рівень власних НЧ шумів зростає. Крім того при проведенні прискорених досліджень, таким методом як електротермотренування, то таку закономірність можна спостерігати за набагато менший проміжок часу. В результаті цього можна припустити, що за допомогою зміни еквівалентного значення шумової напруги в певному часовому проміжку, можна проводити оцінку кількісних параметрів надійності.

В роботах [2,3] проводилась оцінка рівня власних шумів ВЕТ, для партії інтегральних транзисторів та партії операційних підсилювачів. Представимо результати дослідження в іншій формі, так як показано на рис. 1.

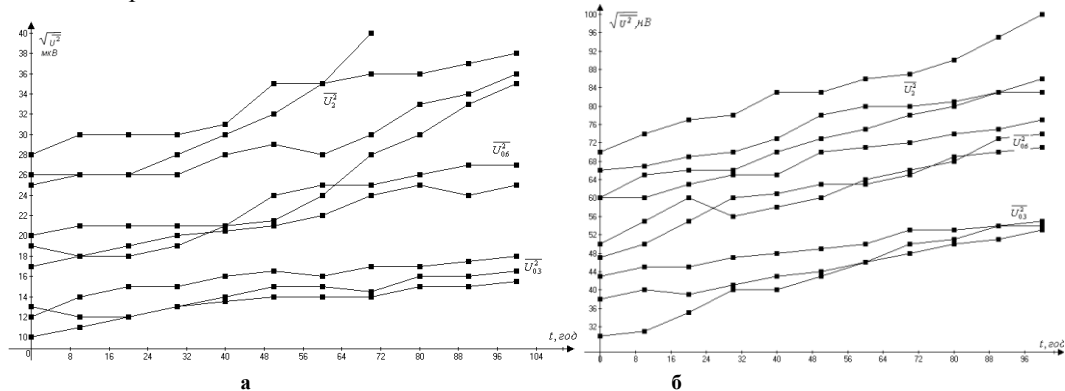


Рис. 1 – Залежність середньоквадратичного значення шумової напруги від часу при електротермотренуванні, для інтегральних транзисторів а) і операційних підсилювачів б)

Наведені графіки показують зміну контролюючого параметра у часі для трьох груп виробів за надійністю: високонадійних  $\overline{U_{0,3}^2}$  надійних  $\overline{U_{0,6}^2}$  і менш надійних  $\overline{U_{0,2}^2}$  [3]. Здебільшого для всіх графіків є характерним поступове збільшення шумової напруги за час проведення досліджень, тільки для менш надійної групи, після перевищення допустимих меж, спостерігається різкий скачок, а в деяких випадках настає відмова. Таким чином можна припустити, що до заданих меж контролю графіки мають лінійну залежність. Використовуючи лінійний регресійний аналіз, для кожного досліджуваного ВЕТ, можна отримати наступний вираз:

$$\overline{U_{\phi,i}^2} = K_i t + \overline{U_{\phi,\dot{a}i}^2},$$

де  $\overline{U_{\phi,\dot{a}i}^2}$  – початкове значення контролюючого параметра, яке отримується безпосереднім вимірюванням шумової напруги;  $K$  – коефіцієнт який показує ступінь зміни контролюючого параметра.

Якщо в певний момент часу, рівень власних шумів досліджуваного виробу перевищить задані границі контролю, то вірогідність відмови різко зростає. Такий момент часу можна вважати настанням відмови.

Враховуючи [4] границі контролю, при яких ВЕТ вважається ненадійним, визначаються з виразу:

$$\overline{U_{\phi,i}^2} \geq 2\overline{U_{\phi,c}^2} = \frac{2}{n} \sum_1^n \overline{U_{\phi,\dot{a}i}^2},$$

де  $n$  – кількість виробів у досліджуваній партії;  $\overline{U_{\phi,c}^2}$  – нормоване значення шумової напруги.

Таким чином для досліджуваної партії виробів час роботи для будь-якого виробу до настання відмови можна записати так:

$$t_{c,i} = \frac{\overline{2U_{\phi.c}^2} - \overline{U_{\phi.\hat{a}.i}^2}}{K_i}$$

Використовуючи статистичну обробку всієї партії досліджуваних виробів, середній час напрацювання до відмови складе:

$$t_c = \frac{\overline{nU_{\phi.c}^2}}{\sum_1^n K_i}$$

Як видно із приведеної формули, час до настання відмови (або непридатності) виробу, залежить від рівня внутрішніх шумів ВЕТ та коефіцієнта зміни контролюючого параметра, який можна легко отримати на перших етапах електротермотренування.

Отже, використовуючи результати досліджень контролюючого параметра при технологічному контролі ВЕТ за рівнем низькочастотного шуму, можна визначати не тільки якісні показники надійності придатний або непридатний, але також і кількісні, такі як, наприклад, час безвідмовної роботи для кожного виробу окремо або для всієї досліджуваної партії. Однією із основних переваг запропонованого методу, є незалежність результатів дослідження від кількості відмовивших виробів, що значно спрощує отримання кінцевого результату.

### Література

1. Михалевський Д.В. Математична шумова модель інтегральних операційних підсилювачів для прогнозування надійності за рівнем низькочастотного шуму / В.М. Кичак, Д.В. Михалевський // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2008. – №3. – С. 102-108.
2. Михалевський Д.В. Оцінка якості інтегральних транзисторів за допомогою низькочастотних шумів / Д.В.Михалевський, В.М. Кичак, В.В. Стронський // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2005. – №2. – С. 177-181.
3. Михалевський Д.В. Спосіб контролю надійності операційних підсилювачів за рівнем НЧ шуму/ Д.В.Михалевський, О.В.Стальченко // Современные проблемы радиотехники и телекоммуникаций: міжнар. наук.-техн. конф.: тези доповідей. – Севастополь. 2010. – С.180.
4. Михалевський Д.В. Метод безпосереднього прогнозування надійності виробів електронної техніки за рівнем НЧ шуму / Д. В. Михалевський, В.М. Кичак // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2008. – № 1. – С. 196-203.