

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОСТЕПЕННЫХ ОТКАЗОВ ИЭТ ПО РЕАКЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПАРАМЕТРА НА ИМИТАЦИОННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ

С.М. БОРОВИКОВ¹, И.А. БУРАК¹, А.И. БЕРЕСНЕВИЧ¹, Ф.Д. ТРОЯН²

¹Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
ул. П. Бровки, 6, г. Минск, 220013, Республика Беларусь
bsm@bsuir.by

²Минский государственный высший радиотехнический колледж
пр-т Независимости, 62, г. Минск, 220013, Республика Беларусь

При отборе высоконадёжных экземпляров изделий электронной техники (ИЭТ) ответ на вопрос об их параметрической надёжности по интересующему функциональному параметру важно получить до монтажа ИЭТ в электронное устройство. Предлагается для прогнозирования возможного постепенного отказа и, следовательно, параметрической надёжности конкретного экземпляра для заданной наработки использовать реакцию его функционального параметра на имитационное воздействие в начальный момент времени.

Ключевые слова: постепенные отказы, параметрическая надёжность, изделия электронной техники, имитационное воздействие, прогнозирование.

Используемые в настоящее время подходы к прогнозированию постепенных отказов в большинстве случаев основаны на методе экстраполяции функционального параметра ИЭТ и имеют ряд существенных недостатков, не позволяют получить прогноз в начальный момент времени. На практике важно дать ответ на вопрос о возможном постепенном отказе и, следовательно, параметрической надёжности экземпляра по интересующему функциональному параметру в начальный момент времени, то есть до монтажа ИЭТ в электронное устройство.

Предлагается [1] для прогнозирования постепенных отказов ИЭТ использовать метод имитационных воздействий, применяемый ранее для оценки радиационной стойкости биполярных транзисторов (БТ) для специальной аппаратуры.

Основные задачи, которые необходимо решить при использовании метода имитационных воздействий: выбор удачного (эффективного) имитационного фактора F ; получение функции пересчёта, показывающей, как пересчитать заданную наработку t_3 на значение имитационного фактора $F_{им}$.

Для выбора эффективного имитационного воздействия необходимо, чтобы между обратимыми изменениями функционального параметра (обозначим через P), вызываемыми действием имитационного фактора в начальный момент времени, с одной стороны, и необратимыми изменениями (деградацией) этого параметра в течение заданной наработки, с другой стороны, имела место тесная корреляционная связь. Для полупроводниковых приборов, как разновидностей ИЭТ, в качестве имитационного воздействия предложено использовать параметры электрического режима. Обоснованность этого подтверждается диаграммами разброса (корреляционными полями) функциональных параметров ИЭТ. В качестве примера на рис. 1 показано корреляционное поле для параметра $h_{21Э}$ – статического коэффициента передачи тока базы БТ типа КТ8272В. Запись $\Delta h_{21Э}(1,5 \text{ А}; 0,005 \text{ А})$ означает изменение $h_{21Э}$ при увеличении тока коллектора от значения 0,005 А до 1,5 А, а $\Delta h_{21Э}(22 \text{ 320 ч}, 0)$ – деградацию $h_{21Э}$ в течение наработки, равной 22 320 ч.

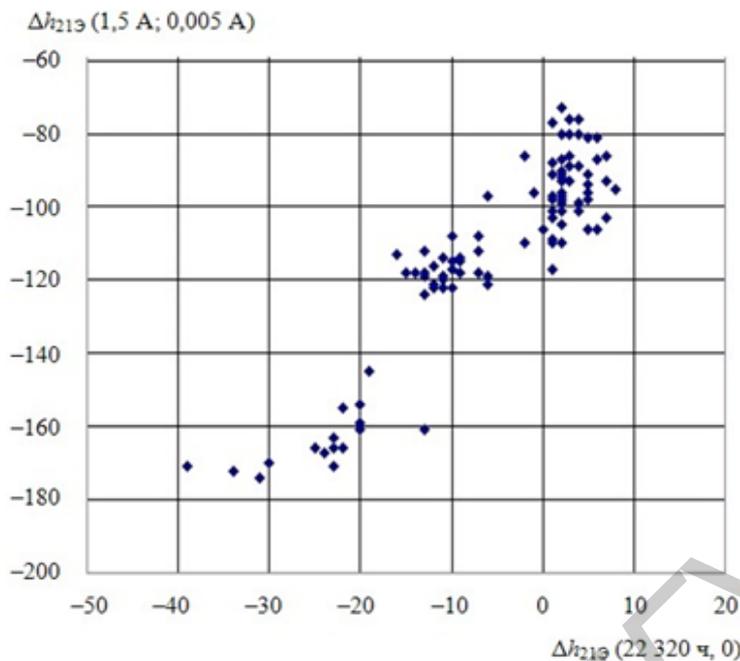


Рис. 1. Диаграмма разброса величин $\Delta h_{213}(1,5 \text{ A}; 0,005 \text{ A})$ и $\Delta h_{213}(22\ 320 \text{ ч}, 0)$, коэффициент корреляции $R = 0,90$

Отметим, что здесь надо различать понятия «рабочий ток коллектора» и «имитационный ток коллектора». Рабочий ток коллектора – это ток, который протекает в БТ при его работе в электронном устройстве. Этот ток должен быть принят во внимание при испытании БТ на длительную наработку на этапе получения функции пересчёта заданной наработки на значение имитационного тока коллектора. Имитационный ток используется только для получения информации о значении функционального параметра P для будущих моментов времени (для заданных наработок t_3).

Наличие тесной корреляции даёт возможность по параметру P , измеренному у конкретного экземпляра в начальный момент времени при имитационном токе коллектора $I_{\text{Ким}}$, сделать вывод о прогнозном значении P для заданной наработки t_3 при рабочем токе коллектора. Однако, для выполнения прогнозирования вначале необходимо получить функцию пересчёта. Её получают один раз с помощью предварительных исследований интересующего нас типа ИЭТ, принимая во внимание функциональный параметр, по значению которого судят о постепенном отказе ИЭТ.

Индивидуальное прогнозирование параметра P , соответствующее наработке t_3 , и принятие решения о параметрической надёжности конкретного (обозначим как j -й) экземпляра, не принимавшего участие в получении функции пересчёта, сводится к следующему. По функции пересчёта для заданной наработки t_3 рассчитывают значение $I_{\text{Ким}}$. В начальный момент времени измеряют параметр P j -го экземпляра при токе коллектора, равном значению $I_{\text{Ким}}$, и результат измерения считают прогнозом этого параметра на момент окончания наработки t_3 . Затем сравнивают прогнозное значение параметра P с нормой и делают вывод о параметрической надёжности j -го экземпляра для наработки t_3 .

Список литературы

1. Боровиков С.М. Статистическое прогнозирование для отбраковки потенциально ненадёжных изделий электронной техники: монография. М., 2013.