

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ НАДЁЖНОСТИ ВЫБОРОК ИЗДЕЛИЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Шнейдеров Е. Н.

Боровиков С. М. – канд. техн. наук, доцент

Рассматриваются основы прогнозирования постепенных отказов и, следовательно, параметрической надёжности изделий электронной техники по статистическим данным рассматриваемого функционального параметра в начальный момент времени.

По мере развития технологии изготовления изделий электронной техники (ИЭТ) внезапные отказы могут быть в значительной степени устранены. Постепенные отказы, отражающие внутренне присущие материалам ИЭТ свойства, в частности старение, в принципе исключить невозможно. Этим вызван растущий интерес к постепенным (деградационным) отказам ИЭТ.

Под постепенным понимают отказ в виде постепенного во времени ухода (говорят деградации) функционального параметра ИЭТ (обозначим как $y(t)$) за пределы норм от a до b в течение заданной наработки t_3 при выбранных режимах и условиях работы. Постепенные отказы определяют такое понятие как параметрическая надёжность ИЭТ, под которой будем понимать свойство ИЭТ, состоящее в отсутствии постепенного отказа по рассматриваемому параметру $y(t)$ в течение наработки t_3 . Математическим критерием постепенного отказа в данном случае будет нарушение неравенства

$$a \leq y(t) \leq b,$$

а количественной мерой параметрической надёжности – вероятность выполнения этого условия в течение времени t_3 .

В условиях повышенных электрических, температурных, климатических и прочих нагрузок физико-химические процессы деградации ускоряются, а количество постепенных отказов возрастает. Возникает вопрос, как в начальный момент времени прогнозировать уровень параметрической надёжности партий (выборки) ИЭТ.

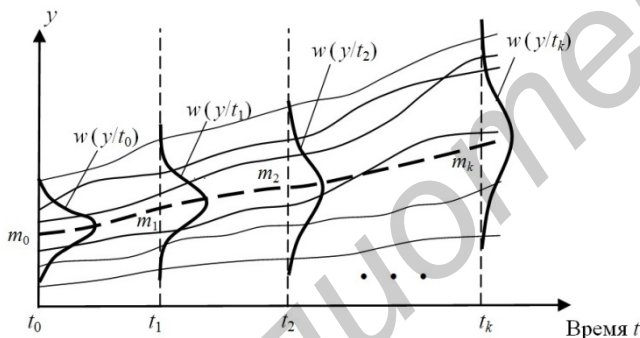


Рис. 1. Изменение плотности распределения функционального параметра y при работе ИЭТ:
 t_0, t_1, \dots, t_k – моменты времени – временные сечения;
 m_0, m_1, \dots, m_k – средние значения y во временных сечениях (штриховая линия)

Известно [1], что для прогнозирования параметрической надёжности выборки ИЭТ надо располагать математической моделью деградации функционального параметра. Параметры представляют собой обычные случайные или случайнотерминированные функции времени. С учётом этого можно говорить о плотности распределения рассматриваемого параметра ИЭТ в начальный момент времени и во временных сечениях, определяющих то или иное значение заданной наработки (рис. 1).

Условная плотность распределения $w(y/t_i)$ параметра $y(t)$ во временном сечении $t_i, i = 1, 2, \dots, k$ является физико-статистической моделью деградации $y(t)$ выборки ИЭТ.

Автором экспериментально на примере биполярных транзисторов нескольких типов установлено, что эффект «переплетения» с течением времени функций $y(t)$ малозаметен. В этом случае

можно говорить о сохранении в течение длительного времени не только вида закона распределения – условной (для времени t) плотности распределения $w(y/t)$ функционального параметра, но и тесной корреляции параметра $y(t)$ для различных временных сечений (см. рис. 1). Наличие тесной корреляции подтверждено экспериментальными исследованиями на примере транзисторов большой мощности типов КТ872А, КТ8272В и КТ8271В для таких функциональных параметров как напряжение насыщения коллектор–эмиттер ($U_{КЭнас}$) и статистический коэффициент передачи тока базы в схеме с общим эмиттером ($h_{21Э}$).

Сохранение вида закона распределения во временных сечениях и наличие тесной корреляции между значениями исследуемых функциональных параметров ($U_{КЭнас}$ и $h_{21Э}$) в различных временных сечениях может рассматриваться в качестве основы для прогнозирования постепенных отказов и, следовательно, параметрической надёжности ИЭТ по статистическим данным рассматриваемого параметра $y(t)$ в начальный момент времени ($t = 0$).

Список использованных источников:

1. Боровиков, С. М. Теоретические основы конструирования, технологии и надёжности : учеб. для студентов инж.-техн. спец. вузов / С. М. Боровиков. – Минск : Дизайн ПРО, 1998. – 336 с.