

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ НА НАДЕЖНОСТЬ

Громова Юлия Эдуардовна

магистрант, Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, РФ, г. Санкт-Петербург

В статье рассмотрены проблемы проведения испытаний электронной компонентной базы (ЭКБ) на надежность, а также описан один из методов прогнозирования надежности по временной зависимости изменения параметров изделий.

Сертификация как один из правовых механизмов является важным рычагом управления качеством и надежностью продукции. Сертификация продукции на соответствие требуемым показателям надежности предусматривает использование наиболее эффективных планов определительных и контрольных испытаний на надежность.

Методы прогнозирования позволяют сократить время проведения испытаний на надежность за счет экстраполяции в будущее изменения во времени технических параметров, позволяющих оценить работоспособность изделий. При испытаниях в таком случае используют модели деградации технических параметров, а ускорение испытаний становится возможным из-за оценки коэффициентов модели за время, меньшее времени, затраченного на проведение нормальных испытаний [1, с. 524].

Если не придавать значения влиянию иных факторов на возможное состояние объекта, то его надежность полностью зависит от изменения его параметров. В случае, когда изменения параметров объекта во времени определены, то можно говорить, что «объект будет считаться «надежным» если он последует ожидаемому закону поведения. Он не будет надежен, если отклонится от этого закона».

Испытания по методам прогнозирования начинают с предварительных исследований, которые проводят для выбора необходимого технического параметра, установления характера его изменения во времени и проверки адекватности модели прогнозирования с помощью эксперимента.

Для построения моделей применяют параметрические и непараметрические статистические методы, машинное обучение, а также знания о физике отказов изделий.

Рассмотрим в данной статье испытания в нормальном режиме для случая линейного изменения во времени технического параметра:

$$x(t) = x_0 - vt,$$

где x_0 и v — коэффициенты модели.

Для простоты будем считать, что со временем технический параметр убывает и отказ изделия

наступит, когда $x(t) < 0$.

Пусть испытывается выборка объемом n в течение времени t_H , тогда после испытаний становятся известными значения $x_{i(0)}$ и $x_{i(t_H)}$, $i = 1, 2, \dots, n$.

Если в каждой партии изделий случайные величины x_0 и v независимы и подчиняются нормальному закону, то вероятность безотказной работы за гарантированное время t_r можно определить по формуле:

$$\hat{P}(t_r) = 1 - \Phi \left\{ -\frac{k\hat{M}(t_H) - (k-1)\hat{M}(0)}{\sqrt{k^2\hat{S}^2(t_H) - (k^2-1)\hat{S}^2(0)}} \right\},$$

где $k = t_r/t_H$ — коэффициент ускорения испытаний;

Значения $\hat{M}(0)$, $\hat{S}^2(0)$ и $\hat{M}(t_H)$, $\hat{S}^2(t_H)$ — оценки математического ожидания и дисперсии $x(t)$ до и после испытаний соответственно. Эти оценки могут быть вычислены по формулам

$$\hat{M}(0) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i(0),$$

$$\hat{M}(t_H) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i(t_H),$$

$$\hat{S}^2(0) = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n [x_i(0) - \hat{M}(0)]^2,$$

$$\hat{S}^2(t_H) = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n [x_i(t_H) - \hat{M}(t_H)]^2.$$

Случай линейного изменения во времени технического параметра распространен на практике, так как другие зависимости могут быть сведены к путем замены переменных x и t .

Ускоренные испытания, основанные на методах прогнозирования, допускается комбинировать с форсированными испытаниями. При этом требуется определение порядка пересчета результатов от форсированного режима к нормальному.

В данной статье был рассмотрен один из методов прогнозирования надежности по временной зависимости изменения параметров изделий, позволяющий сократить время проведения испытаний для оценки работоспособности изделия.

Список литературы:

1. Гнеденко Б. В. Математические методы в теории надежности / Б. В. Гнеденко, Ю. К. Беляев, А. Д. Соловьев. М.: Наука, 1965. 524 с.