

## **Описание методики проведения ускоренных испытаний**

Описана методика #3 по РД В 319.01.11-98

Требуемый объем выборки для проведения испытаний:

Для  $HVO \geq 20$ , а для  $VO \geq 2$ ;

Здесь и далее рассмотрим методику для невосстанавливаемых объектов.

### **Порядок проведения**

Исходную выборку делят на две равные части:  $m = n / 2$  для проведения предварительных испытаний.

Предварительные испытания первой выборки проводятся до  $r$  условных отказов, либо длятся заранее заданное время испытаний (усечение по времени). Здесь и далее рассмотрим ограничение по времени. Продолжительность испытаний  $t_i$  устанавливают из условия  $t_i \geq 0,2T_{ср}$ .

Испытания второй выборки длятся, пока не завершатся испытания первой выборки.

В процессе испытаний замеряются параметры ОИ. Здесь и далее будем рассматривать ОИ с одним наблюдаемым параметром  $X$ . Отказом изделия считаем выход наблюдаемого параметра за пределы допуска  $X_{min} \dots X_{max}$ .

Перед началом испытаний необходимо определить условия форсированного режима  $E^*$ . Здесь и далее рассмотрим случай, когда форсированный режим создается только за счет превышения рабочей температуры ОИ. При таком режиме работы можно коэффициентным методом рассчитать интенсивность отказов. Отношение интенсивности отказов в ФР к интенсивности отказов в НР является предварительным коэффициентом ускорения.

$$K_{\text{пр}} = \frac{\Lambda_{\text{ФР}}}{\Lambda_{\text{НР}}}$$

Предварительные испытания первой выборки начинаются в нормальном режиме Е. ОИ, достигший первого уровня условного отказа, переключается в режим Е\*. Первый уровень условного отказа задается перед испытаниями. Рекомендуется вычислять по формуле:

$$a = 0,2(X_{\text{max}} - X_{\text{ср}}) + X_{\text{ср}};$$

Из РД В 319.01.11-98:

3.1.1.7. Интервал  $\Delta t$  между измерениями параметров ОИ первой выборки в режиме  $\varepsilon_2 = E^*$  в 2-3 раза меньше интервала  $\Delta t$  между измерениями параметров ОИ первой выборки в режиме  $\varepsilon_1 = E$ . *(Зачем? В форсированном режиме быстрее меняются параметры, но это зависит от коэффициента ускорения. Почему тогда 2 - 3, а не в  $K_{\text{пр}}$ . И в одну таблицу свести данные не выйдет, т.к. у всех ОИ разное число измерений параметров. + ничего не сказано про выбор интервала замеров)*

Данные о значениях выходного параметра, а так же о наступлении условного отказа первого уровня (момент переключения из Е в Е\*) заносятся в таблицу.

Обработку результатов предварительных испытаний проводят для определения функциональной зависимости между значениями параметров ОИ в нормальном и форсированном режимах, т.е. для определения действительного коэффициента ускорения.

Далее описание методики соответствует «РД В 319.01.11-98» 31 - 32 страницы, где то в описании есть ошибка (опечатка?) которую не удалось обнаружить

На основании испытаний первой выборки составляют таблицу прогнозируемых значений для испытаний в НР. При этом фиксируют значение  $K$  – коэффициента ускорения.

$$x_{\text{прог } ij} = x_{ij}, \text{ если } t_j \leq t_{\text{отказа}}$$

$$x_{\text{прог } ij} = x_{i t_{\text{отказа}}} + \frac{x_{ij} - x_{i t_{\text{отказа}}}}{K}, \text{ если } t_j > t_{\text{отказа}}$$

$$i = 1 \dots m, j = 1 \dots l$$

Для  $i$ -го изделия в  $j$ -ый момент времени.

Для наблюдаемого параметра ОИ первой выборки образуют  $m$  векторов  $Y$ , состоящих из прогнозируемых значений параметра во всем моменты времени.

Для каждого момента времени  $t$ , образуют вариационный ряд

$$Z_{1j} < Z_{2j} < \dots < Z_{mj}$$

состоящий из расположенных в порядке возрастания значений параметра ОИ обеих выборок **(предполагаю, что речь идет о второй выборке предварительных испытаний и о выборке прогнозируемых значений, иначе прогнозируемые значения нигде не используются).**

Для каждого момента времени  $t_j$  вычисляют величины  $d_j$ , где  $d_j$  - количество ОИ первой выборки, чьи измеряемые параметры меньше или равны  $Z_{mj}$  (середина вариационного ряда).

Для каждой пары моментов  $(t_i, t_j)$ ,  $i \neq j$  вычисляют  $a_{ij}$  - количество ОИ обеих выборок, чьи параметры в эти моменты меньше  $Z_{mi}$ ,  $Z_{mj}$  соответственно. **(Предполагаю, что индексы нужно поменять местами, иначе  $a_{ij}$  всегда будет равно  $m - 1$ ).**

Вычисляют вектор:

$$T = (T_1, \dots, T_l), \text{ где } T_i = \frac{d_i}{2m}$$

Вычисляют матрицу  $V$ :

$$V_{ii} = \frac{1}{4}; V_{ij} = \frac{a_{ij}}{2m} - \frac{1}{4}; 1 \leq i, j \leq l;$$

Вычисляют значение статистики:

$$T(K) = 2m(T - T_0)V^{-1}(T - T_0)'$$

Где  $T_0$  – вектор строка из чисел  $\frac{1}{2}$  длины  $l$ .

Перебором необходимо найти такое значение  $K$  при котором значение статистики  $S$  минимально.

**Очевидно, график должен иметь минимум при  $K$  равному предварительному коэффициенту ускорения, при моделировании, но этого не происходит.**

Далее по методике проводятся форсированные испытания, определяются показатели надежности.

## Проверка методики

Для проверки методики написал matlab скрипт StatCalculation.m, который рассчитывает статистику по заданным формулам. Необходимо в коде программы ввести значения двух выборок и запустить программу.

## Выводы и замечания

1. Для использования данной методики необходимо восстановить алгоритм определения схожести двух выборок.
2. Текущий алгоритм зависит от порядка сравнения двух выборок (какую считать первой, а какую второй)

3. Формула для расчета статистики схожа с нахождением расстояния Махаланобиса.
4. Простые действия (например: смена знаков сравнения, взять модуль статистики) не привели к результатам. Значение статистики ведет себя не предсказуемо
5. Использованием других методик нахождения расстояния между двумя выборками так же не дало результата + далее по методике используется значение данной статистики (сравнение с квантилем распределения хи-квадрат)
6. Алгоритм никак не учитывает дисперсию, а только сравнивает, сколько элементов больше среднего значения в ряду.