

М.М. КОЗУЛЯ, Л.Г. РАСКИН, докт. техн. наук, профессор

### Организация технического обслуживания многоэлементной системы

Практический интерес представляет оценка и прогнозирование безотказности систем, условия эксплуатации которых, задаваемые большим числом факторов, различны и изменяются. Сформулирована и реализована идея параметризации аналитических соотношений, описывающих модель надежности систем, обеспечивающая построение технологии одновременной обработки всех наблюдений. Этот подход реализует метод максимума правдоподобия для оценки параметров уравнения регрессии, связывающего закон изменения интенсивности отказов системы с численными значениями факторов, определяющих условия ее эксплуатации [1].

Целью работы является отыскание модели, которая удовлетворяет условиям для формирования надежной, малозатратной и функциональной системы.

Пусть вектор  $F = (F_1, F_2, \dots, F_m)$  определяет набор численных значений факторов, определяющих условия эксплуатации системы. Этот набор для  $s$ -го варианта условий эксплуатации имеет вид  $F_s = (F_{1s}, F_{2s}, \dots, F_{ms})$ . При этом введенная в [2] зависимость интенсивности отказов системы, функционирующей в условиях  $F_s$ , описывается соотношением:

$$\lambda(F_s, t) = a_0(F_s) + a_1(F_s)t + a_d(F_s)t^d. \quad (1)$$

При этом для конкретного набора  $F_{s_1} = (F_{1s_1}, F_{2s_1}, \dots, F_{ms_1})$ , характеризующего  $s_1$ -й режим эксплуатации системы, соответствующий закон изменения интенсивности отказов будет иметь вид:

$$\lambda(F_{s_1}, t) = \sum_{i=0}^d \sum_{k=1}^m c_{ik} F_{ks_1} t^i. \quad (2)$$

Пусть система проработала в этих условиях в течение  $T_1$  и затем перешла в другой режим, условия эксплуатации в котором зададим набором  $F_{s_2} = (F_{1s_2}, F_{2s_2}, \dots, F_{ms_2})$ . Определим закон изменения интенсивности отказов в режиме  $s_2$  с учетом ресурса, израсходованного в режиме  $s_1$  в течение времени  $T_1$ . Принято считать [3, 4], что продолжительность эксплуатации в режиме  $s_1$  в течение интервала  $T_1$  эквивалентна с точки зрения израсходованного ресурса продолжительности эксплуатации в режиме  $s_2$  в течение  $T_2$ , если

$$\int_0^{T_1} \lambda(F_{s_1}, t) dt = \int_0^{T_2} \lambda(F_{s_2}, t) dt.$$

Отсюда, с учетом (2), имеем

$$\sum_{i=0}^d \sum_{k=1}^m c_{ik} F_{ks_1} \frac{T_1^{i+1}}{i+1} = \sum_{i=0}^d \sum_{k=1}^m c_{ik} F_{ks_2} \frac{T_2^{i+1}}{i+1}. \quad (3)$$

Соотношение (3) при заданных наборах  $F_{s_1}$ ,  $F_{s_2}$  и значении  $T_1$  представляет собой уравнение относительно неизвестного значения  $T_2$ , определяющего продолжительность эксплуатации в режиме  $s_2$ , эквивалентную с точки зрения израсходованного ресурса продолжительности  $T_1$  эксплуатации в режиме  $s_1$ . Введем

$$a_i(T_1) = \frac{1}{i+1} \sum_{k=1}^m C_{ik} F_{ks_2}, \quad b(T_1) = \sum_{i=0}^d \sum_{k=1}^m C_{ik} F_{ks_1}.$$

Теперь приведем (3) к виду

$$\sum_{i=0}^d a_i(T_1) T_2^i = b(T_1).$$

Пусть  $T_2(T_1)$  – решение этого уравнения. При этом, если продолжительность эксплуатации системы в режиме  $s_2$  отсчитывать, начиная с момента перехода в  $s_2$ , то соответствующий закон изменения интенсивности отказов будет иметь вид:

$$\lambda(F_{s_2}, t/T_2(T_1)) = \sum_{i=0}^d \sum_{k=1}^m c_{ik} F_{ks_2} (t + T_2(T_1))^i.$$

Таким образом, предложенный метод расчета параметров уравнения регрессии, связывающего значение интенсивности отказов системы с численными значениями факторов, определяющих условия эксплуатации, обеспечивает возможность оценки и прогнозирования безотказности систем, условия, эксплуатации которых меняются [5]. Метод позволяет при изменении режима эксплуатации корректно учесть ресурс, израсходованный до этого изменения. Предложенная методика обеспечивает организацию технического обслуживания сложной системы, территориально распределенные элементы которой эксплуатируются в разных условиях.

### Список литературы:

1. Барзилович Е. Ю. Модели технического обслуживания сложных систем / Е. Ю. Барзилович. – М: Высшая школа, 1982. – 232 с.
2. Серая О.В. Многомерные модели логистики в условиях неопределенности / О.В. Серая. – Харьков: ФОРМ Стеценко И.И., 2010. – 512 с.
3. Седякин Н.М. Об одном физическом принципе теории надежности / Н.М. Седякин // Изв. АН СССР. Техн. кибернетика. – 1966. – №3. – С.80 – 87.
4. Карташев Г.Д. Модели расходования ресурса изделий электронной техники. / Г.Д. Карташев // М.: ЦНИИ Электроники. – 1977. – Вып. 1. – 76 с.
5. Кадигроб С.В. Оценка и прогнозирование безотказности сложных систем с учетом динамики условий эксплуатации / С.В. Кадигроб, О.В.Серая // Системи управління, Навігації та зв'язку. – 2010. – Вып. 2(14). – с. 88–92.