

# ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА СТАБИЛИТРОНОВ

А.В. Токарева, Ю.О. Федорова, О.В. Карпов

Самарский государственный аэрокосмический университет  
имени академика С.П. Королёва

(национальный исследовательский университет), г. Самара

На этапе рабочего прогнозирования показателей качества электрорадиоизделий (ЭРИ) требуются конкретные операторы индивидуального прогнозирования (ИП). Они должны учитывать не только конструктивно-технологические особенности данного типа ЭРИ, но и назначение аппаратуры, в которой они используются, условия ее эксплуатации и ряд других факторов. Несмотря на большое количество работ по ИП, в них почти нет описания операторов прогнозирования и конкретных частных моделей [1,2].

Рассмотрим создание операторов прогнозирования для трех методов прогнозирования (регрессионные модели, метод дискриминантных функций - МДФ и метод потенциальных функций - МПФ) на примере выборки стабилитронов (см. табл.1). Прогнозируемым параметром является величина дрейфа напряжения стабилизации  $\Delta U_c$  за 1000 часов испытаний при температуре 120 °С. Граничное значение дрейфа напряжения стабилизации составляло 10мВ. В качестве информативных параметров были выбраны дифференциальное сопротивление  $R_d$  и коэффициент теплового увеличения тока  $K_T$ .

Табл. 1. Выборка стабилитронов N=50

| № образца | $\Delta U_c$ , мВ | $K_T$ | $R_d$ , Ом |
|-----------|-------------------|-------|------------|
| 1         | 9                 | 1,65  | 102        |
| 2         | 6                 | 1,38  | 50         |
| 3         | 18                | 2,00  | 116        |
| 4         | 13                | 1,73  | 60         |
| 5         | 8                 | 1,62  | 76         |
| 6         | 5                 | 1,10  | 48         |
| 7         | 12                | 1,46  | 63         |
| 8         | 14                | 1,70  | 90         |
| 9         | 5                 | 1,22  | 54         |
| 10        | 6                 | 1,35  | 65         |
| 11        | 9                 | 1,80  | 108        |
| 12        | 8                 | 1,74  | 63         |
| 13        | 11                | 1,53  | 60         |
| 14        | 20                | 1,91  | 120        |
| 15        | 13                | 1,77  | 114        |
| 16        | 7                 | 1,41  | 61         |
| 17        | 7                 | 1,62  | 63         |
| 18        | 5                 | 1,23  | 58         |
| 19        | 11                | 1,58  | 75         |
| 20        | 6                 | 1,32  | 50         |
| 21        | 6                 | 1,18  | 45         |
| 22        | 17                | 1,84  | 96         |
| 23        | 5                 | 1,29  | 47         |
| 24        | 4                 | 1,04  | 42         |
| 25        | 8                 | 1,47  | 59         |

| № образца | $\Delta U_c$ , мВ | $K_T$ | $R_d$ , Ом |
|-----------|-------------------|-------|------------|
| 26        | 7                 | 1,59  | 62         |
| 27        | 7                 | 1,31  | 48         |
| 28        | 18                | 1,88  | 114        |
| 29        | 7                 | 1,36  | 52         |
| 30        | 6                 | 1,35  | 53         |
| 31        | 6                 | 1,42  | 47         |
| 32        | 5                 | 1,39  | 46         |
| 33        | 4                 | 1,18  | 44         |
| 34        | 8                 | 1,54  | 65         |
| 35        | 5                 | 1,23  | 50         |
| 36        | 5                 | 1,26  | 51         |
| 37        | 6                 | 1,32  | 51         |
| 38        | 6                 | 1,39  | 53         |
| 39        | 8                 | 1,48  | 58         |
| 40        | 7                 | 1,37  | 54         |
| 41        | 15                | 1,68  | 70         |
| 42        | 16                | 1,75  | 87         |
| 43        | 16                | 1,70  | 66         |
| 44        | 8                 | 1,45  | 106        |
| 45        | 7                 | 1,31  | 65         |
| 46        | 4                 | 1,08  | 41         |
| 47        | 3                 | 1,12  | 43         |
| 48        | 6                 | 1,37  | 48         |
| 49        | 5                 | 1,22  | 42         |
| 50        | 8                 | 1,49  | 68         |

В качестве инструмента для разборки был использован программный комплекс «Прогнозирование» [3], который позволяет проводить обучающий эксперимент, прогнозирование, выбор информативных параметров, создание операторов прогнозирования с использованием четырех методов. Возможность вывода информации в графическом виде позволяет наглядно оценить качество прогнозирования, корреляцию между признаками и разделимость классов (см.рис.1). Различные классы выделены двумя областями.

Предварительно выборка была подвергнута нормировке по математическому ожиданию каждого признака и прогнозируемого параметра. По результатам обучающего эксперимента, обучения и экзамена были отобраны следующие операторы ИП:

Для МДФ:  $P_g = \Delta U_c + 1,694 * K_1 + 0,603 * R_d$ ;  $P_{g(оптимальный)} = 23,5$ ;  $P_{ошибка} = 0,18$ .

Для МПФ понятие оператора прогнозирования не имеет смысла, но для сравнения можно привести качественную оценку данного метода для сравнения с другими на примере одной и той же выборки:  $P_{f(оптимальный)} = -0,03$ ; вероятность ошибки:  $P_{ошибка} = 0,02$ .

Для метода регрессионных моделей:

Модель:  $\Delta U_c = -13,43 + 13,6 * K_1 + 0,031 * R_d$ ;  $P_{g(оптимальный)} = 11,5$ ;  $P_{ошибка} = 0,12$ .

Математическое ожидание ошибки:  $M_{ошибка} = -1,35E-15$ , дисперсия ошибки  $D_{ошибка} = 4,11$ .

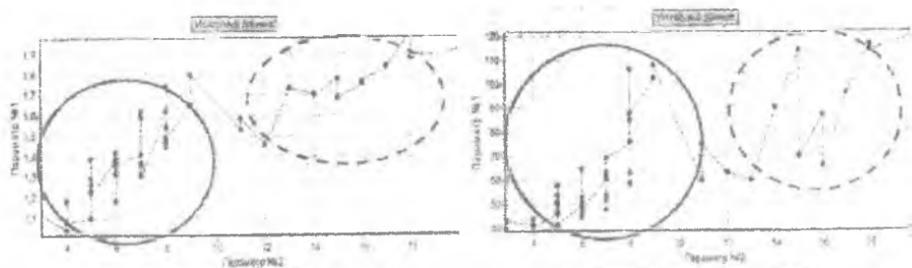


Рис 1. а - распределение  $K_1(\Delta U_c)$

б) распределение  $R_d(\Delta U_c)$

Следовательно, данные операторы можно использовать для проведения ИП стабильности новых выборок элементов с такими же параметрами конструктивно-технологического варианта исполнения.

### Список использованной литературы

1. Пиганов М.Н. Индивидуальное прогнозирование показателей качества элементов и компонентов микросборок. – М.: Новые технологии, 2002. – 267 с.
2. Карпов О.В. Программная реализация алгоритмов прогнозирования // Труды конференции «Королевские чтения», СГАУ, 2001. – С. 233-235.

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПОИСКА МЕСТА УТЕЧКИ ВОЗДУХА ИЗ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ

И.В.Пияков

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет), г. Самара

В работе [1] рассматривался многопараметрический преобразователь утечки воздуха из Международной космической станции (МКС). Однако, процесс поиска таким прибором, состоящим из электретного, термопарного и ионизационного датчиков, может неоднозначно указать место утечки в случае источника под экранно-вакуумной теплоизоляцией (ЭВТИ). В случае если струя исходящего воздуха имеет сложную форму факела, нахождение источника течи таким прибором крайне затруднительно. Предложенный в данной работе способ позволяет найти наиболее вероятное место утечки воздуха из модуля МКС в полуавтоматическом режиме. Для этого необходимо привязать полученные с помощью преобразователя [1] значения давлений к координатной сетке. Решение этой задачи возлагается на 3 маячка, расположенных на корпусе МКС в местах с заранее известными координатами и на дальномер, установленный в преобразователе [1]. Таким образом, всегда можно определить координаты многопараметрического преобразователя и данные о давлении можно будет дополнить координатами точки, в которой производилось измерение.

Для получения упорядоченных данных необходимо разработать алгоритм, согласно которому будут производиться измерения. Предлагается снять 2 матрицы  $|P1|$  и  $|P2|$  на разных высотах от обшивки корпуса модуля космической станции (рис. 1). Так как координаты прибора измеряются непрерывно, то на экране преобразователя может отображаться информация о требуемом перемещении прибора. В этом случае космонавту нет необходимости следить за показаниями прибора в каждой точке, что существенно облегчает работу в сложных космических условиях. Как видно из рис.1 предлагается сначала провести серию измерений на большом расстоянии от модуля КА (примерно 2 — 3 метра). Все измерения выполняются на одной высоте от обшивки, таким образом, координата Z для всех точек одной матрицы постоянна. В случае обнаружения максимума в матрице  $|P2|$  необходимо провести измерения давлений на меньшем