

3. Актуальные вопросы исследования распространения радиоволн, электромагнитной совместимости, антенно-фидерных устройств радиосвязи и радиовещания. Кн. 2 / Под ред. И. Трошина. – М.: Радиотехника, 2004.

4. Ямпольский В.Г., Фролов О.П. Антенны и ЭМС.- М.: Радио и связь, 1983.

5. Феоктистов Ю.А. Теория и методы оценки электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств. –М.: Радио и связь, 1988.

УДК 621.382

ОЦЕНКА ПРОГНОЗНЫХ МОДЕЛЕЙ КМОП ИМС С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА

Р.О. Мишанов

Самарский университет, г. Самара

Использование высоконадёжной элементной базы для бортовой аппаратуры (БА) – необходимое условие стабильного функционирования космических аппаратов с большими сроками активного существования. В работах [1,2] представлены прогнозные модели для КМОП ИМС, полученные с помощью метода регрессионных моделей и метода дискриминантных функций и предназначенные для прогнозирования состояния конкретного экземпляра ЭРИ к времени прогноза $t_{пр}$:

$$y = -31,35 + 28,46x_1 - 47,26x_2, \quad (1)$$

$$П_d = y + 0,9x_1 + 0,53x_2, \quad (2)$$

где y – прогнозируемый параметр, x_1 и x_2 – информативные параметры, $П_d$ – порог дискриминантной функции.

В работах [3,4] предложены методы классификации выборок КМОП ИМС, основанные на алгоритмах кластеризации иерархическими методами и методе k-средних. Оценка прогнозных моделей осуществлена по значениям риска принятия ошибочного решения $P_{ош.}$, риска изготовителя $P_{изг.}$ и риска потребителя $P_{пт.}$. Результаты оценки, полученные для выборки ИМС 765 серии, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты оценки прогнозных моделей для КМОП ИМС 765 серии

| | МРМ | МДФ | Иерархические методы | Метод k-средних |
|------------|------|------|----------------------|-----------------|
| $P_{ош.}$ | 0,16 | 0,16 | 0,10...0,22 | 0,12 |
| $P_{изг.}$ | 0,2 | 0,12 | 0,143...0,375 | 0,2 |
| $P_{пт.}$ | 0,13 | 0,25 | 0...0,167 | 0,086 |

В методах кластеризации реализовано разделение выборки ИМС на 2 класса: класс годных и потенциально дефектных. Граничное значение прогнозируемого параметра выбрано в соответствии с техническими условиями (ТУ) исполнения. В МДФ значение порога дискриминантной функции P_d соответствует минимальному значению $P_{\text{ош}}$.

Оценка прогнозных моделей показала, что с помощью методов кластеризации возможно получение результатов с наименьшими рисками потребителя (изготовителя БА). Это означает, что после отбраковки экземпляров ЭРИ по результатам прогнозирования с использованием прогнозных моделей среди годных экземпляров окажется гораздо меньшее количество потенциально дефектных.

Список использованных источников

1. Разработка операторов индивидуального прогнозирования надежности бортовых приборов [Текст]: отчет о НИР (заключ.) / Самар. гос. аэрокосм. ун-т (СГАУ). – Тема 039х-050; рук. Пиганов М.Н. – Самара, 2007. – 56 с.

2. Тюлевин С.В. Операторы индивидуального прогнозирования показателей надежности электрорадиоизделий для космических РЭС [Текст] // Актуальные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций: Материалы Всероссийской НТК 14-16 мая 2007, г. Самара. – Самара: Издательство СГАУ, 2007. – С. 190-192.

3. Мишанов Р.О. Методика верификации результатов индивидуального прогнозирования изделий РЭС космического назначения с помощью алгоритмов кластерного анализа [Текст] / Р.О. Мишанов, М.Н. Пиганов // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. – 2017. Т. 20, №2. – С. 55-63.

4. Мишанов Р.О. Методика применения кластерного анализа для классификации электрорадиоизделий и повышения надёжности аппаратуры [Текст] // Известия Самарского научного центра РАН. – 2017. Т. 19, №1(2). – С. 414-419.

УДК 621.382

РАДИАЦИОННАЯ СТОЙКОСТЬ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ

Д.В. Столбинский

Самарский университет, г. Самара

Как раньше, так и сейчас к интегральным микросхемам (ИМС), предназначенных для применения в космосе, в военных целях или в атомной энергетике, предъявляются жёсткие требования по радиационной стойкости.