

О ЗАВИСИМОСТИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ ВОССТАНАВЛИВАЕМОГО ОБЪЕКТА РЭТ ОТ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЗОТКАЗНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ

Исследуется влияние распределения показателей безотказности элементов сложного восстанавливаемого объекта РЭТ на его показатели надежности. В качестве средства исследования используется имитационная статистическая модель, с помощью которой получается прогноз функции параметра потока отказов и удельной стоимости эксплуатации объекта на заданном периоде его эксплуатации.

Показано, что характер распределения показателей безотказности элементов существенно влияет на показатели надежности и стоимости эксплуатации объекта РЭТ. Чем более «распределенным» является это распределение, тем более благоприятными (в среднем) являются условия технического обслуживания и ремонта – при меньших затратах обеспечивается больший уровень безотказности объекта.

Ключевые слова: показатель надежности, имитационная статистическая модель, объект радиоэлектронной техники.

Введение и постановка задачи. Для сложных объектов радиоэлектронной техники (РЭТ) типичной является ситуация, когда отдельные его элементы имеют существенно различающиеся значения показателей безотказности (на порядки). Это распределение специально никогда не подбирается, а является лишь “побочным результатом”, получаемым при решении конструкторских задач обеспечения требуемых функциональных характеристик объекта в процессе его создания. В то же время известно, что характер распределения показателей безотказности (ПБ) отдельных элементов восстанавливаемого объекта (а объекты РЭТ практически всегда являются восстанавливаемыми) существенно влияет на ПБ объекта в целом и на эффективность процесса его технической эксплуатации. Для демонстрации характера этого влияния произведем расчеты ПБ для объектов РЭТ, которые одинаковы по конструктивной и надежностной структуре и имеют практически одинаковую среднюю наработку до отказа T_{cp} , но существенно различаются по характеру распределения ПБ элементов. Средняя наработка до отказа T_{cp} , как известно, является ПБ невосстанавливаемого объекта (объекта, работающего до первого отказа). Для расчетов будем использовать имитационную статистическую модель (ИСМ), с помощью которой прогнозируются показатели надежности и стоимости эксплуатации сложных объектов РЭТ [1].

Для сравнительного исследования создадим базы данных (БД)¹ для двух объектов РЭТ, которые имеют одинаковые конструктивную и надежностную структуры и при этом распределения ПБ элементов для них существенно различаются.

За основу возьмем тестовый объект (назовем его **Test-1**), который состоит из 50 различных элементов, соединенных в смысле надежности последовательно. Значения ПБ для элементов в БД зададим таким образом, чтобы они были распределены в некотором диапазоне примерно равномерно. Средняя наработка до отказа обоих объектов получена примерно одинаковой, и равной $T_{cp} \approx 23$ тыс. ч.

¹ БД содержит исходную информацию, необходимую для работы ИСМ [1]

Создадим еще одну БД для объекта **Test-1s**, полностью аналогичного объекту **Test-1** по составу и структуре и отличающегося только значениями ПБ комплектующих элементов. ПБ элементов объекта **Test-1s** подобраны таким образом, чтобы их распределение было максимально “сосредоточенным”, но при этом величина средней наработки до отказа объекта **Test-1s** была бы примерно такой же, как и для объекта **Test-1**. Стоимости всех элементов зададим одинаковыми и равными 10 у.е. Такими же заданы и стоимости операций по замене всех конструктивных элементов.

На рис. 1 представлены гистограммы распределений ПБ элементов для обоих тестовых объектов.

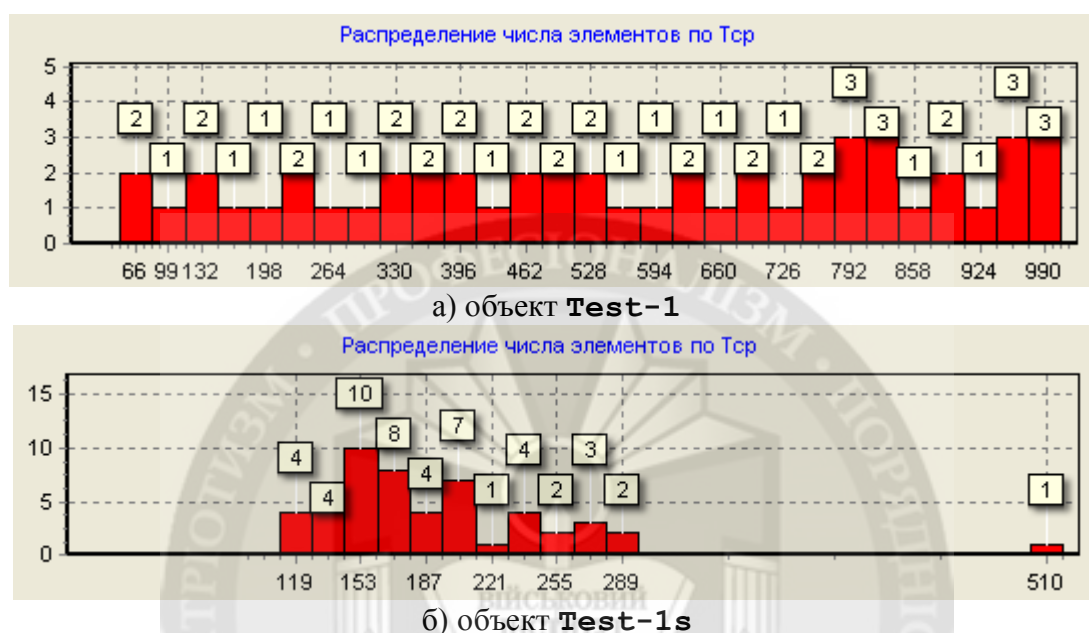


Рис. 1. Гистограммы распределений средней наработки до отказа элементов тестовых объектов

На гистограммах по оси абсцисс откладывались значения средней наработки до отказа элементов $T_{ср i}$, а по оси ординат – число элементов, для которых величина $T_{ср i}$ попадает в соответствующий интервал группирования Δt . Число интервалов группирования, на которых строятся гистограммы, задано равным 30. Величина интервала Δt вычислялась по формуле $\Delta t = (T_{ср i \max} - T_{ср i \min}) / 30$, где $T_{ср i \max}$ и $T_{ср i \min}$ - максимальное и минимальное значения средней наработки до отказа элементов (i - номер элемента).

Полученные распределения ПБ назовем условно “рассредоточенным” (для объекта **Test-1**) и “сосредоточенным” (для объекта **Test-1s**).

Законы распределения наработки до отказа для всех элементов обоих объектов зададим одинаковыми – используем DN -распределение, которое является наиболее подходящим для объектов РЭТ [2]. Величину коэффициента вариации распределения зададим одинаковой для всех элементов - $k_v = 0,8$.

С помощью ИСМ имеется возможность получать функцию параметра потока отказов объекта $\Omega(t/...)$ (которая, как известно, является наиболее информативной характеристикой безотказности восстанавливаемого объекта), и оценки средней наработки на отказ T_0 и средней удельной стоимости эксплуатации c_s .

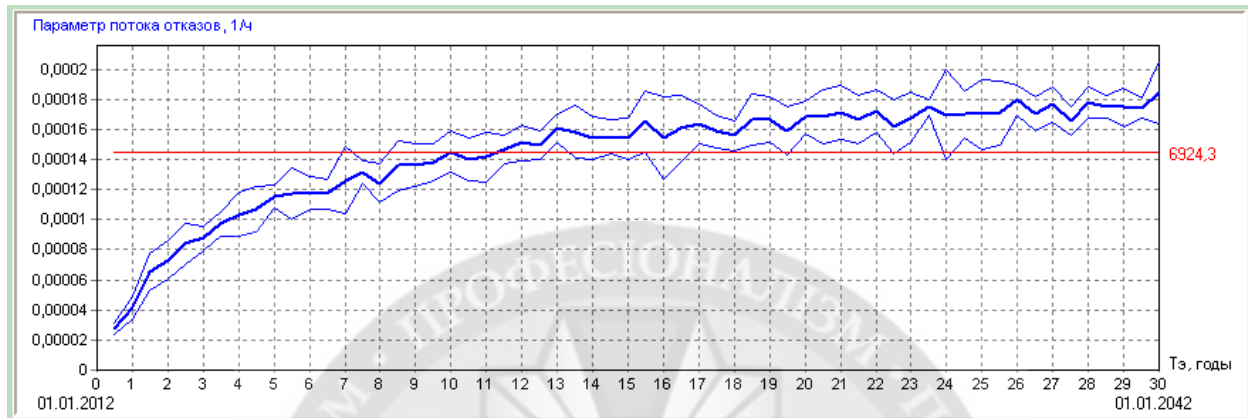
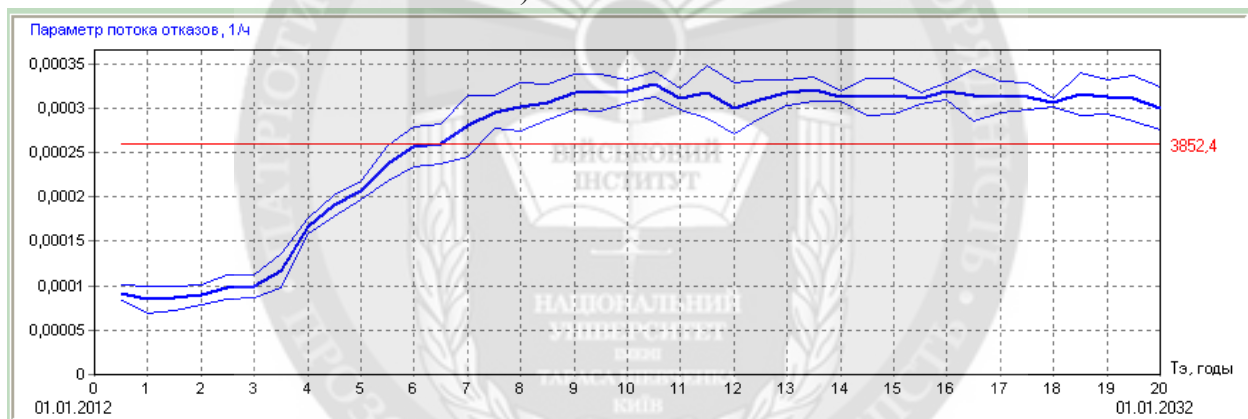
Моделирование произведем для интервала эксплуатации $T_s = 20$ лет.

В табл. 1 приведены полученные в результате моделирования числовые данные, на рис. 2 показаны полученные графики функции параметра потока отказов $\Omega(t/...)$.

Таблица 1

Числовые оценки показателей T_0 и c_3 , полученные в результате моделирования

Наименование объекта	Средняя наработка на отказ T_{cp} , ч	Средняя наработка на отказ T_0 , ч	Удельная стоимость эксплуатации c_3 , у.е./ч
Test-1	22941	6924	0,00159
Test-1s	23066	3852	0,00286

а) объект **Test-1**б) объект **Test-1s**Рис. 2. Графики функции $\Omega(t/...)$, полученные для тестовых объектов

По полученным результатам можно сделать такие выводы:

- при “сосредоточенном” распределении значений средней наработки до отказа элементов (объект **Test-1s**) средняя наработка на отказ объекта в целом существенно уменьшается по сравнению со случаем “рассредоточенного” распределения (объект **Test-1**);

- при “сосредоточенном” распределении так же существенно возрастают удельные затраты стоимости на текущий ремонт объекта РЭТ.

Установленный факт представляется важным и его всегда следует учитывать при прогнозных расчетах надежности сложных восстанавливаемых технических объектов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Ленков С.В., Браун В.О., Осыпа В.А., Пашков С.А., Цыцарев В. Н., Березовская Ю.В. Прогнозирование показателей надежности и стоимости эксплуатации сложных объектов РЭТ с использованием имитационной статистической модели // Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – К., 2013. – № 43. – С.22 – 25.

2. Стрельников В.П., Федухин А.В. Оценка и прогнозирование надежности электронных элементов и систем. – К.: Логос, 2002. – 486 с.

Без рецензії.

д.т.н., проф. Ленков С.В., д.т.н., с.н.с. Селюков О.В., д.т.н. Боряк К.Ф.,
к.т.н, доц. Цицарєв В.М., к.т.н., с.н.с. Охрамович М.М.

ПРО ЗАЛЕЖНОСТІ ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ ВІДНОВЛЮВАНИХ ОБ'ЄКТІВ РЕТ ВІД РОЗПОДІЛУ ПОКАЗНИКІВ БЕЗВІДМОВНОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ

Досліджується вплив розподілу показників безвідмовності елементів складного відновлюваного об'єкта РЕТ на його показники надійності. Як засіб дослідження використовується імітаційна статистична модель, за допомогою якої виходить прогноз функції параметра потоку відмов і питомої вартості експлуатації об'єкта на заданому періоді його експлуатації.

Показано, що характер розподілу показників безвідмовності елементів істотно впливає на показники надійності і вартості експлуатації об'єкта РЕТ. Чим більш «розподілений» є цей розподіл, тим більш сприятливими (в середньому) є умови технічного обслуговування і ремонту - при менших витратах забезпечується більший рівень безвідмовності об'єкта.

Ключові слова: показник надійності, імітаційна статистична модель, об'єкт радіоелектронної техніки.

S. Lenkov, A. Selyukov, K. Boriak,
V. Tsytsarev, M. Okhramovych

THE DEPENDENCE OF RELIABILITY INDEXES OF THE RADIO ELECTRONIC EQUIPMENT RESTORABLE ITEMS ON THE DISTRIBUTION OF THE RELIABILITY INDEXES OF THE ELEMENTS

The influence of the distribution of the reliability indexes of the elements of the complex restorable item of REE on its reliability indexes is being researched. An imitation statistical model is used as a research instrument, with the help of which the prediction function of failure rate and cost factor of the item maintenance for a set period of operation is obtained.

It is shown that the elements reliability factor pattern significantly affects the reliability and cost indexes of the REE item maintenance. The more "distributed" this distribution is, the more favorable (on average) the maintenance and repair conditions are – the greater level of item reliability is provided with the less cost.

Keywords: performance reliability, simulation statistical model, to electronic equipment.