УДК 621.396

Л.И. Сулейманова

ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ РАБОЧИХ МЕСТ

Сулейманова Лилия Ирфановна, кандидат технических наук, окончила энергетический факультет Ульяновского государственного технического университета. Ведущий инженер ФНПЦ АО «НПО «Марс». Имеет публикации и изобретения в области измерительных преобразователей больших постоянных токов. [e-mail: suleimanova.lili@mail.ru].

Аннотация

Усложнение задач, возлагаемых на комплексы средств автоматизации (КСА) автоматизированных систем управления Вооруженных Сил, ставит разработчиков перед необходимостью повышения надежности автоматизированных рабочих мест (АРМ), входящих в КСА. Проблематике надежности АРМ и оценке показателя их долговечности посвящена данная статья.

Предложена методика оценки данного показателя расчетным методом по точечному значению максимально допустимого отклонения показателей составных комплектующих и электрорадиоизделий, входящих в состав АРМ, от заданных в техническом задании требований.

Даны рекомендации для применения предложенной методики.

Ключевые слова: автоматизированное рабочее место, надежность, долговечность, срок службы.

doi: 10.35752/1991-2927-2021-3-65-84-86

THE ESTIMATION OF ENDURANCE PARAMETERS OF THE WORK STATIONS

Liliia Irfarovna Suleimanova, Candidate of Sciences in Engineering; graduated from the Power Faculty of Ulyanovsk State Technical University; Leading Engineer of FRPC JSC 'RPA 'Mars'; an author of articles and inventions in the field of high alternating current converters. e-mail: suleimanova.lili@mail.ru.

Abstract

Complicated tasks performed by the sets of automated aids of C4I Systems for the armed forces require a higher reliability of their automated work stations (WSs). The article deals with reliability of the WSs and estimation of their endurance parameters.

The author proposes the methods to estimate endurance parameters by the computation of pointwise values of maximum allowable deviation of component parts and electronic components of the WSs from the requirements specified in the technical assignment. The article provides recommendations on using the method proposed.

Keywords: automated work station, reliability, durability, life time.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время одним из важнейших направлений комплексной автоматизации различных сфер деятельности является создание единого информационного пространства взаимодействующих субъектов. К одному из классов сложных систем относят комплексы средств автоматизации (КСА), которые являются совокупностью математических методов, технических средств (электронных вычислительных машин, средств связи, устройств отображения информации и т. д.) и организационных комплексов, обеспечивающих рациональное управление сложными объектами (процессами) в соответствии с заданными целями [1].

В процессе эксплуатации КСА возникают задачи разработки новых технических средств, отвечающих актуальным требованиям и реализующих дополнительные функции для повышения эффективности и оперативности управления. К таким техническим средствам относятся автоматизированные рабочие места (АРМ) должностных лиц.

АРМ является одним из важных звеньев КСА. Поэтому уже на начальных этапах его проектирования как разработчикам, так и заказчикам важно хорошо представлять себе весь комплекс проблемных вопросов, с которыми им придется столкнуться в процессе разработки и внедрения. Сложность и ответственность задач,

решаемых с помощью АРМ, заставляют предъявлять к их надежности весьма высокие требования.

Надежность – свойство объекта выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения установленных эксплуатационных показателей в определенных пределах, соответствующих заданным режимам и условиям использования, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования. Надежность АРМ в общем случае является комплексным свойством, которое в зависимости от назначения АРМ и условий его применения может включать безотказность, ремонтпригодность, долговечность и сохраняемость.

Долговечность – свойство объекта сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонтов. Предельное состояние АРМ характеризуется невозможностью его дальнейшей эксплуатации, снижением эффективности или безопасности.

В настоящее время сроки службы АРМ исчисляются десятками лет, что создает определенные трудности при проведении испытаний на долговечность, таких как длительность и трудоемкость. Так, для проведения испытаний изделий с наработкой 10 тысяч часов требуется 1,5–2 года [2, 3], что, в свою очередь, влечет большие экономические затраты.

Для сокращения времени испытаний предлагается провести оценку долговечности АРМ расчетным методом по точечному значению максимально допустимого отклонения показателей составных комплектующих и электрорадиоизделий (ЭРИ), входящих в состав АРМ, от заданных в техническом задании (ТЗ) требований. Для АРМ показателем долговечности является средний срок службы до списания $T_{сл.ср.сн.}$.

Следует отметить, что оценка показателей долговечности важна не только для подтверждения возможности создания АРМ с требуемыми показателями, но и определяет время, в течение которого интенсивности отказов ЭРИ можно считать постоянными.

Исходные данные для оценки долговечности АРМ

Исходными данными при оценке долговечности являются:

- заданный в ТЗ на АРМ средний срок службы до списания $T_{сл.ср.сн.}$;

- заданный в технических условиях на составные элементы (ЭРИ) средний срок службы до списания $T_{сл.ср.сн.ЭРИ}$;

- риск поставщика α ;

- риск заказчика β .

В соответствии с [4] для опытного образца допускается значение $0,1 \leq \beta \leq 0,2$.

Методика оценки показателя долговечности АРМ

Для оценки показателей долговечности необходимо определить доверительный интервал максимально допустимого отклонения ΔT от заданного в ТЗ.

АРМ будет соответствовать требованиям по долговечности, если показатели долговечности всех составных элементов отклоняются в меньшую сторону на величину ΔT с доверительной вероятностью γ :

$$P\left(\left|T_{сл.ср.сн.3} - T_{сл.ср.сн.ЭРИ_i}\right| < \Delta T\right) = \gamma. \quad (1)$$

Вероятность γ характеризует риск заказчика и рассчитывается по [5]:

$$\gamma = 1 - \beta. \quad (2)$$

Величина доверительного интервала максимально допустимого отклонения ΔT определяется в следующей последовательности:

1. Вычисляется математическое ожидание параметра долговечности АРМ (средний срок службы до списания):

$$m_{сл.ср.сн.} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{сл.ср.сн.ЭРИ_i}}{n}, \quad (3)$$

где n – количество ЭРИ, входящих в АРМ.

2. Определяется дисперсия параметра долговечности АРМ:

$$D_{сл.ср.сн.} = \frac{\sum_{i=1}^n \left(T_{сл.ср.сн.ЭРИ_i} - m_{сл.ср.сн.}\right)^2}{n}. \quad (4)$$

3. Вычисляется среднее квадратическое отклонение математического ожидания параметра долговечности АРМ от требований, заданных в ТЗ:

$$\sigma_{сл.ср.сн.} = \sqrt{D_{сл.ср.сн.}}. \quad (5)$$

4. Рассчитывается значение ΔT по формуле [6]:

$$\Delta T = \sigma_{сл.ср.сн.} \cdot \arg \Phi \cdot \left(\frac{1+\gamma}{2}\right), \quad (6)$$

где $\arg \Phi$ – функция, обратная функции нормального распределения случайной величины.

Значения $t_\gamma = \arg \Phi \cdot \left(\frac{1+\gamma}{2}\right)$ сведены в таблицу.

Таблица

Значения t_γ
(для бесконечно большого количества измерений)

γ	t_γ	γ	t_γ	γ	t_γ
0,80	1,282	0,88	1,554	0,96	2,053
0,81	1,310	0,89	1,597	0,97	2,169
0,82	1,340	0,90	1,643	0,98	2,325
0,83	1,371	0,91	1,694	0,99	2,576
0,84	1,404	0,92	1,750	0,9973	3,000
0,85	1,439	0,93	1,810	0,999	3,290
0,86	1,475	0,94	1,880		
0,87	1,513	0,95	1,960		

5. Вычисляется нижняя граница доверительного интервала:

$$T_{сл.ср.сн.min} = m_{сл.ср.сн.} - t_{\gamma} \cdot \sigma_{сл.ср.сн.} \quad (7)$$

На рисунке представлено графическое решение вычисления нижней доверительной границы долговечности.

Критерием оценки долговечности является выполнение неравенства для всех элементов, входящих в состав АРМ:

$$T_{сл.ср.сн.ЭРИ_i} \geq T_{сл.ср.сн.min} \quad (8)$$

При его выполнении можно считать, что АРМ удовлетворяет требованиям по долговечности.

Рис. Плотность распределения вероятности показателей долговечности

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ МЕТОДИКИ

В отдельных технико-экономически обоснованных случаях допускается использование составных элементов (ЭРИ) в АРМ с показателями долговечности, не удовлетворяющими данному неравенству. Доля таких составных элементов (ЭРИ) должна составлять не более 8–10% от их общего количества. В этом случае в руководстве по эксплуатации на АРМ необходимо оговорить порядок обнаружения и замены составных элементов, исчерпавших свой ресурс.

Таким образом, используя предложенную методику, можно оценить долговечность АРМ на ранних стадиях разработки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Общесистемное проектирование АСУ реального времени / С.В. Володин, А.Н. Макаров, Ю.Д. Умрихин, В.А. Фараджев ; под ред. В.А. Шабалина. М. : Радио и связь, 1984. 232 с.
2. ГОСТ РВ 15.210–2001. Система разработки и постановки продукции на производство. Военная техника. Испытания опытных образцов изделий и опытных ремонтных образцов изделий. Основные положения. М. : Госстандарт России, 2001.
3. ГОСТ РВ 20.57.304–98. Комплексная система контроля качества. Аппаратура, приборы, устройства и оборудование военного назначения. Методы оценки соответствия требованиям к надежности. М. : Госстандарт России, 1998.
4. ГОСТ 27.402–95. Надежность в технике. Планы испытаний для контроля средней наработки до отказа (на отказ). Часть 1. Экспоненциальное распределение. М. : Госстандарт России, 1995.
5. ГОСТ Р 27.403–2009. Надежность в технике. Планы испытаний для контроля вероятности безотказной работы. М. : Госстандарт России, 2009.
6. Вентцель Е.С. Теория вероятностей : учеб. для вузов. 6-е изд. М. : Высш. шк., 1999. 576 с.

REFERENCES

1. Volodin S.V., Makarov A.N., Umrikhin Yu.D., Faradzhiev V.A. *Obshchesistemnoe proektirovanie ASU realnogo vremeni*. Pod red. V.A. Shabalina [System-Wide Designing of Real-Time Computer-Aided Control Systems. V.A. Shabalin (ed.)]. Moscow, Radio i Sviaz Publ., 1984. 232 p.
2. GOST RV 15.210–2001. *Sistema razrabotki i postanovki produktsii na proizvodstvo. Voennaia tekhnika. Ispytaniia opytnykh obraztsov izdelii i opytnykh remontnykh obraztsov izdelii. Osnovnye polozheniia* [State Standard 15.210–2001. Product Development and Launch System. Military Equipment. Testing of Prototypes and Prototype Repair Test Units]. Moscow, Gosstandart Rossii Publ., 2001.
3. GOST RV 20.57.304–98. *Kompleksnaia sistema kontrolia kachestva. Apparatura, pribory, ustroistva i oborudovanie voennogo naznacheniia. Metody otsenki sootvetstviia trebovaniiam k nadezhnosti* [State Standard 20.57.304–98. Integrated Quality Control System. Instruments, Devices, Hardware, Equipment designed for Military Application]. Moscow, Gosstandart Rossii Publ., 1998.
4. GOST 27.402–95. *Nadezhnost v tekhnike. Plany ispytanii dlia kontrolia srednei narabotki do otkaza (na otkaz). Chast 1. Eksponentsialnoe raspredelenie* [State Standard 27.402–95. Dependability in Technics. Compliance Test Plans for Mean Operating Time to Failure. Part 1. Exponential-Type Distribution]. Moscow, Gosstandart Rossii Publ., 1995.
5. GOST R 27.403–2009. *Nadezhnost v tekhnike. Plany ispytanii dlia kontrolia veroiatnosti bezotkaznoi raboty* [State Standard 27.403–2009. Dependability in Technics. Compliance Test Plans for Reliability]. Moscow, Gosstandart Rossii Publ., 2009.
6. Ventsel E.S. *Teoriia veroiatnostei*. Ucheb. dlia vuzov. 6-e izd. [Probability Theory. Tutorial for Students. 6th edition]. Moscow, Vyssh. shk. Publ., 1999. 576 p.