

АНАЛИЗ МЕТОДИК РАСЧЕТНОЙ ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕМОНТОПРИГОДНОСТИ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

Жаднов В.В.
Москва, НИУ ВШЭ

Рассматриваются методики оценки показателей ремонтпригодности радиоэлектронной аппаратуры и ее составных частей на стадии технического проектирования. Приводятся основные расчетные соотношения и методики расчета. Показано, что стандартизованная методика применима для оценки среднего времени восстановления «последовательной» РЭА, при восстановлении которой ее составные части переводятся в ненагруженный режим.

Analysis of the technique of the estimated maintainability indicators of electronic equipment. Zhadnov V.

The paper discusses methods for the assessment of indicators of maintainability of electronic equipment and its components at the stage of technical design. Presents the key ratios calculated and the calculation method. It is shown that a standardized method is applicable to estimate the average recovery time "serial" REA when you restore which its component parts are transferred to the unloaded mode.

Методики расчета показателей ремонтпригодности радиоэлектронной аппаратуры (РЭА), приведенные в ОСТ 4.012.012 [1] применяются на стадии технического проектирования (ТП). На этапе разработки рабочей документации опытного образца методики могут применяться в случае, если невозможно (или нецелесообразно) проведение испытаний по определению показателей ремонтпригодности. Методики предназначены для расчета среднего времени восстановления РЭА, которая представляет собой изделия вида I по ГОСТ 27.003 [2] и изделия вида II, отнесенные к изделиям вида I путем введения понятия отказа. В методиках принято, что контроль работоспособности РЭА, а также отыскание отказавшей составной части (СЧ) и, если возможно, сменного элемента (СЭ) в ней, проводится с помощью автоматических или автоматизированных систем контроля (АСК), причем если контроль работоспособности РЭА возможен без нарушения ее функционирования, то он осуществляется непрерывно.

Целями расчетов являются:

- оценка показателей ремонтпригодности РЭА;
- разработка по результатам расчетов мероприятий для обеспечения тактико-технических требований по показателям ремонтпригодности или по комплексным показателям надежности.

В соответствии с методиками ОСТ 4.012.012 [1] расчет среднего времени восстановления проводится в два этапа:

I этап: Расчет среднего времени восстановления СЧ;

II этап: Расчет среднего времени восстановления РЭА в целом.

Рассмотрим каждый из этих этапов.

В общем случае среднее время восстановления СЧ ($t_{\text{ср}}$) определяются по формуле:

$$t_{\text{ср}} = t_{\text{об}} + t_{\text{от}} + t_{\text{у}} \quad (1)$$

где: $t_{\text{об}}$ - среднее время обнаружения отказа СЧ; $t_{\text{от}}$ - среднее время отыскания отказавшего СЭ; $t_{\text{у}}$ - среднее время устранения отказа СЧ.

В частном случае, когда устранение отказа СЧ проводится путем ее замены из состава ЗИП, среднее время восстановления СЧ определяется по формуле:

$$t_{\text{ср}} = t_{\text{об}} + t_{\text{з}} \quad (2)$$

где: $t_{\text{з}}$ - среднее время замены СЧ из состава ЗИП.

Слагаемое $t_{\text{об}}$ в формуле (1) определяется на основе параметров работоспособности СЧ, под которыми понимаются выходные параметры СЧ, определяющие их работоспособность, по формуле:

$$t_{\text{об}} = \sum_{i=1}^N (t_{\text{об}i} \cdot n_i) / \sum_{i=1}^N n_i \quad (3)$$

где $t_{\text{об}i}$ - среднее время обнаружения отклонения за пределы допусков параметров работоспособности СЧ через отклонение за пределы допусков параметров работоспособности РЭА; n_i - количество параметров работоспособности СЧ, среднее время обнаружения отклонения которых за пределы допусков равно $t_{\text{об}i}$; N - количество различных значений среднего времени обнаружения отклонения за пределы допусков параметров работоспособности СЧ.

Из (3) следует, что среднее время обнаружения отклонения за пределы допуска параметра работоспособности СЧ равно среднему времени обнаружения отклонения за пределы допуска параметра работоспособности РЭА, на который влияет рассматриваемый параметр работоспособности СЧ:

$$t_{обсч} = t_{обрэд}.$$

Если параметр работоспособности СЧ влияет на несколько параметров работоспособности РЭА с различными значениями среднего времени обнаружения, то:

$$t_{обсч} = \min_{j=1, J} (t_{об1рэд}, t_{об2рэд}, \dots, t_{обJрэд}).$$

Среднее время обнаружения отклонения параметров работоспособности за пределы допуска определяется в зависимости от условий:

- если отклонение параметра за пределы допуска проявляется для обслуживающего персонала сразу через рабочие индикаторы РЭА или по другим каким-либо прямым или косвенным признакам, то:

$$t_{об} = 0;$$

- если отклонение параметра не является очевидным, а обнаруживается в результате контроля работоспособности РЭА (или СЧ), осуществляемого с периодом регулярного контроля (T_K), то:

$$t_{об} = T_K / 2,$$

при этом если контроль работоспособности РЭА (или СЧ) невозможен без нарушения ее функционирования, то значение T_K вычисляется из условия получения максимального коэффициента технического использования контролируемой РЭА (СЧ):

$$T_K = \sqrt{2 \cdot T_0 \cdot \tau}, \quad (4)$$

где: T_0 - наработка на отказ контролируемой РЭА (СЧ); τ - продолжительность контроля параметров работоспособности РЭА (СЧ).

- если отклонение параметра не является очевидным, а обнаруживается в результате контроля работоспособности РЭА (или СЧ), осуществляемого через случайные, распределенные по экспоненциальному закону, промежутки времени со средним периодом контроля (T_K), то:

$$t_{об} = T_K.$$

Слагаемое $t_{от}$ в формуле (1) определяется по формуле:

$$t_{от} = t_n + \sum_{i=1}^K [\lambda_{гi} \cdot (t_{подгi} + t_{прогi})] / \sum_{i=1}^K \lambda_{гi}, \quad (5)$$

где: t_n - время подготовки СЧ к отысканию отказавшего СЭ; K - количество групп СЭ в СЧ; $\lambda_{гi}$ - суммарная интенсивность отказов i -й группы СЭ; $t_{подгi}$ - общее время подготовки средств проверки, применяемых при отыскании отказавшего СЭ i -й группы; $t_{прогi}$ - время проверки параметров при отыскании отказавшего СЭ i -й группы.

Значение $t_{прогi}$ в формуле (5) определяется по формуле:

$$t_{прогi} = \sum_{s=1}^{S_i} \sum_{p=1}^{P_i} m_{s,p} \cdot t_{прогс,р}, \quad (6)$$

где: S_i - количество средств проверки, применяемых при отыскании отказавшей СЧ из i -й группы; P_i - количество вариантов конструктивного выполнения СЭ, проверяемых при отыскании отказавшего СЭ из i -й группы; $m_{s,p}$ - количество параметров, проверяемых s -м средством проверки при p -м варианте конструктивного выполнения СЭ при отыскании отказавшего СЭ из i -й группы; $t_{прогс,р}$ - время проверки одного параметра s -м средством проверки при p -м варианте конструктивного выполнения СЭ.

Слагаемое t_y в формуле (1) определяется по формуле:

$$t_y = \sum_{i=1}^K (\lambda_{гi} \cdot t_{устрi}) / \sum_{i=1}^K \lambda_{гi}, \quad (7)$$

где: $t_{устрi}$ - время, затрачиваемое на проведение операций по устранению отказа СЭ.

На втором этапе определяется среднее время восстановления РЭА (T_v) по формуле:

$$T_v = \sum_{i=1}^L (t_{гi} \cdot \lambda_{гi}) / \sum_{i=1}^L \lambda_{гi}, \quad (8)$$

где: t_{bi} - среднее время восстановления i -й СЧ; λ_i - интенсивность отказов i -й СЧ; L - количество СЧ в РЭА.

Однако, в ОСТ 4Г 0.012.242 [3] указано, что формула (8) справедлива только для РЭА с «последовательной» структурной схемой надежности (ССН), у которой при восстановлении одной СЧ остальные переводятся в ненагруженный режим (режим ожидания). В других случаях пользоваться этой формулой нельзя. Так, например, для РЭА с такой же ССН в случае независимого восстановления СЧ (при восстановлении одной СЧ остальные остаются в нагруженном режиме) в ОСТ 4Г 0.012.242 [3] приведена следующая формула:

$$T_0 = T_0 \cdot (1 - K_T) / K_T, \quad (9)$$

где: T_0 - среднее время наработки на отказ РЭА; K_T - коэффициент готовности РЭА.

Таким образом, сравнивая формулы (5) и (7) с формулой (8) можно сделать вывод о том, что СЧ должны удовлетворять тем же ограничениям по ССН и режиму СЧ, которые приведены для РЭА в ОСТ 4Г 0.012.242 [3]. При этом если ограничения по режиму практически всегда выполняются, то для резервированных СЧ методики ОСТ 4. 012.012 [1] не применимы. Кроме того, в ОСТ 4.012.012 [1] не приведено формулы для расчета значения t_3 в формуле (2). Поскольку t_3 характеризует среднее время замены СЧ из состава ЗИП, можно предположить, что:

$$t_3 = \Delta t_{ЗИП} + t_{AP}, \quad (10)$$

где: $\Delta t_{ЗИП}$ - среднее время задержки удовлетворения заявки системой ЗИП; t_{AP} - среднее время активного ремонта.

Исследование осуществлено в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ в 2015 году.

Литература

1. ОСТ 4.012.012-83. Аппаратура радиоэлектронная. Расчет среднего времени восстановления.
2. ГОСТ 27.003-90. Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности.
3. ОСТ 4Г 0.012.242-84. Аппаратура радиоэлектронная. Методика расчета показателей надежности.

ОРГАНИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЙ И УПРАВЛЕНИЯ СТЕНДА ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Давидов А.О., Жмуров Б.В.

Москва, ООО «Экспериментальная мастерская НаукаСофт»

В статье приведен обзор и анализ существующего стендового оборудования для испытаний систем электроснабжения летательных аппаратов. Показаны особенности испытаний систем электроснабжения летательных аппаратов. Приведены принципы организации автоматизированных систем измерений и управления стенда.

Organization of the automated system of measurement and control bench for research and testing of aircraft electrical systems. Davidov A., Zhmurov B.

A review and analysis of existing test bench equipment electrical systems of aircraft. The features of testing electrical systems of aircraft. The principles of the organization of the automated systems of measurement and control stands.

Введение.

Испытания систем электроснабжения (СЭС) летательных аппаратов (ЛА) требуют применения имитаторов, стендовых устройств и подсистем, которые во многом специфичны и характерны лишь для данной предметной области. Их технические характеристики зависят от целей планируемых испытаний, а выбор конкретного технического решения требует понимания процессов, происходящих в системе.

Основной проблемой при разработке системы автоматизированного управления процессом испытаний является выбор оптимальной структуры и количества измерительных модулей, достаточных для проведения работ с агрегатами и устройствами СЭС, с необходимой информативностью и точностью [1].