

автоматической подгонки элементов дало значительное повышение производительности труда и повысило выход годных изделий.

Стоит отметить, что хотя в настоящее время и создана единая конструкторско-технологическая информационная цепочка, в перспективе необходимо подключение к ней остальных служб, обеспечивающих производство и контроль продукции. Это позволит получать более полную информацию о ходе изготовления изделий, их состоянии на межоперационном и выходном контроле. В конечном счете это даст возможность более быстрого реагирования на производственные потребности, отслеживать и оперативно устранять возникающие в процессе изготовления недочеты.

В заключение можно сказать, что внедрение и эксплуатация вышеуказанных программных средств, в итоге, позволяет повысить качество продукции и, соответственно, конкурентоспособность предприятия. В определенной степени благодаря развитию информационных технологий и обеспечению инженерных и технических работников новейшими аппаратными средствами ООО "НТЦ-АВТО" в последние два года занимает лидирующие позиции в поставке печатных плат во Владимирской области и резистивных элементов в России.

По оценке нашего основного потребителя, которая проводится по системе качества ISO 9000, наше предприятие по качеству и своевременной поставке продукции отнесено к разряду «отличных поставщиков». За 2001 год объем поставляемой продукции в сопоставимых ценах возрос на 70%.

## НАДЕЖНОСТНЫЕ МАКРОМОДЕЛИ КОМПОНЕНТОВ РЭА ПОДСИСТЕМЫ АСОНИКА-К

Жаднов В.В., Жаднов И.В., Замараев С. П.

(Московский государственный институт электроники и математики

e-mail: [asonika-k@mail.ru](mailto:asonika-k@mail.ru))

The reliability macromodels of componets REA for subsystem ASONIKA -K. Jadnov V.V., Jadnov I.V., Zamarayev S.P.

Questions of desing the reliability macromodels of REA and it's componets – bloks and parks for subsystem ASONIKA Charakterization of the graphic interpreter of result calculation reliability.

Одна из групп показателей качества радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) – показатели стандартизации и унификации – характеризуют ее насыщенность стандартными, унифицированными и оригинальными частями (компонентами). Уровень стандартизации и унификации РЭА характеризуют коэффициентами применяемости и повторяемости. Для современной РЭА значения этих коэффициентов составляют 30..70% (т.е. в состав проектируемой РЭА могут входить как оригинальные компоненты одного типа, как и ранее созданные компоненты). При расчетной оценке надежности РЭА, естественно, необходимо учитывать надежность всех ее компонентов. Характеристикой надежности компонента является интенсивность отказов. Для компонента (узла), состоящего из электрорадиоизделий (ЭРИ) интенсивность отказов рассчитывается по известной формуле (1):

$$\lambda_j = \sum \lambda_{\text{Э}} \quad (1)$$

где:  $\lambda_j$  – количество ЭРИ в  $j$ -том компоненте;

$\lambda_{\text{Э}}$  – эксплуатационная интенсивность отказов  $i$ -го ЭРИ (с учетом резервирования).

Для стандартных и унифицированных компонентов значения  $\lambda_j$  приводятся в нормативно-технической документации (НТД). Однако эти значения либо представляют

верхнюю оценку интенсивности отказов компонентов, либо получены для конкретных режимов работы ЭРИ и уровней внешних воздействующих факторов (ВВФ). Если же условия применения компонента в разрабатываемой РЭА отличаются от условий, указанных в НТД, то расчеты надежности необходимо повторить, что приводит к дополнительным временными и материальными затратам.

Выходом в сложившейся ситуации является применение макромоделей надежности компонентов. Такая модель (модель интенсивности отказов) может быть получена методом упрощения структуры полной математической модели (1) и представлена в следующем виде:

$$\lambda_j = \lambda_j \delta \cdot f_j(T_j, K_n, K_\varepsilon), \quad (2)$$

где:  $\lambda_j \delta$  - базовая интенсивность отказов  $j$ -го компонента (при нормальных условиях (НУ) и номинальной нагрузке);

$f_j$  – некоторая аналитическая зависимость;

$T_j$  – температура среды, окружающей компонент, при которой получены рабочие температуры ЭРИ, приведенные в картах рабочих режимов (КРР);

$K_n$  – коэффициент нагрузки;

$$K_n = H_p / H_{max\ доп},$$

где:  $H_p$  – рабочая нагрузка компонента;

$H_{max\ доп}$  – максимально-допустимая нагрузка компонента по НТД;

$K_\varepsilon$  – коэффициент, учитывающий жесткость условий эксплуатации.

Зависимость  $f_j$  представляет собой дискретно-непрерывную функцию, получение аналитического выражения которой представляет определенные трудности. Поэтому, вместо (2) удобней использовать систему (3):

$$\lambda_j, I = \lambda_j \delta \cdot f_{j,I}(T_j, K_n)$$

$$\lambda_j, 2 = \lambda_j \delta \cdot f_{j,2}(T_j, K_n) \quad (3)$$

$$\lambda_j, I = \lambda_j \delta \cdot f_{j,I}(T_j, K_n),$$

где:  $I$  – количество сочетаний ВВФ, характеризующих жесткость условий эксплуатации приведенных в [1];

$f_{j,i}$  – некоторая аналитическая зависимость;

$i = 1, 2, \dots, I$ .

Зависимость  $f_{j,i}$  представляет собой непрерывную функцию, получение аналитического выражения которой также представляет определенные трудности. Поэтому для задания  $f_{j,i}$  можно воспользоваться табличным способом (таблица значений  $f_{j,i}$  полученных для фиксированных значений  $T_j$  и  $K_n$ ). В качестве таких значений аргументов удобно использовать значения, приведенные в [2]:

$T_j, [\text{^{\circ}C}] = 25, 30, 35, \dots T_{jmax}$ ;

$T_{jmax}$  – максимально-допустимая температура окружающей среды по НТД;

$K_n, [\text{отн. ед.}] = 0,1, 0,2, \dots, 1$ .

Таким образом, надежностная макромодель компонента (модель эксплуатационной интенсивности отказов) представляет собой дискретную трехмерную функцию, заданную ее значениями. Такой способ задания функций широко используется в [2] и, соответственно, созданы все необходимые структуры для хранения численных значений в справочной части базы данных (СЧ БД) подсистемы АСОНИКА-К.

Однако в СЧ БД можно хранить не только численные значения, но и аналитические модели. Поэтому, вместо численных значений функции  $f_{j,i}$  можно использовать ее аппроксимацию при фиксированных значениях одного из аргументов. Так как число значений  $K_n$  постоянно, то целесообразно использовать аппроксимацию по  $T_j$ :

$$\lambda_{j,i,k} = \lambda_j \delta \cdot f_{j,i,k}(a_{j,i,k,1}, a_{j,i,k,2}, \dots, a_{j,i,k,N}, T_j), \quad (4)$$

где:  $a_{j,i,k,n}$  – постоянные коэффициенты;

$n = 1, N$ :

$N$  – количество коэффициентов.

В качестве  $f_{j,i,k}$  можно использовать, например, сплайн-функцию. Это позволяет снизить объем численных значений, содержащихся в СЧ БД.

Для идентификации коэффициентов (4) необходимо рассчитать численные значения эксплуатационной интенсивности отказов модуля для всех сочетаний значений аргументов. Это не представляет никакой сложности, так как подсистема АСОНИКА-К позволяет пользователю, задав диапазон и шаг изменения аргумента, получить значения эксплуатационной интенсивности отказов РЭА и ее компонентов. Опытная эксплуатация подсистемы АСОНИКА-К подтвердила возможность ее применения для определения параметров надежностных макромоделей компонентов.

Кроме того, реализация возможности определения параметров надежностных макромоделей компонентов позволила расширить функциональные возможности подсистемы. В первую очередь это касается построения и графического представления зависимостей показателей надежности (среднего времени наработки до отказа или вероятности безотказной работы), эксплуатационной интенсивности отказов РЭА и ее компонентов (блоков, узлов и ЭРИ) от температуры, класса аппаратуры, вида приемки, коэффициентов электрической нагрузки, вида резервирования и т.д., а также зависимости вероятности безотказной работы от времени.

Для этого в интерфейс пользователя был включен модуль графического представления результатов расчетов, главная форма которого приведено на рис. 1.

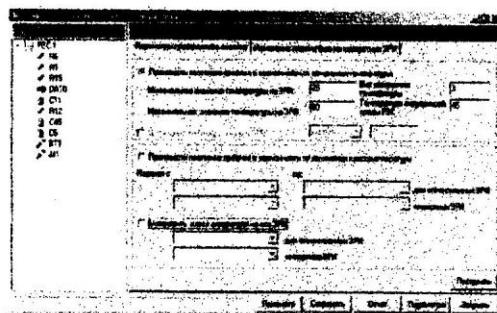


Рис. 1. Главная форма модуля графического представления результатов

На главной форме расположено окно, в котором представлена древовидная структура РЭА, в том же виде, как и на главной форме интерфейса пользователя подсистемы Настройка параметров построения графиков осуществляется в диалоговом режиме с использованием технологии *WIZARD* (рис. 2).

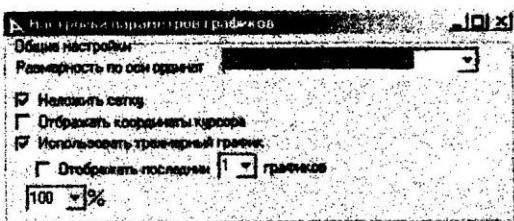


Рис.2. Окно настройки параметров графиков

При изменении характеристик надежности и режимов работы ЭРИ на структуре РЭА они будут окрашиваться в тот же цвет, что и столбцы на гистограмме (или несколькими цветами, при многократных изменениях).

Для просмотра численных значений параметров, при которых был построен график, необходимо нажать кнопку "Подробнее".

Для сохранения данных необходимо выбрать на графике нужную точку и нажать кнопку "Сохранить".

Для просмотра эксплуатационных интенсивностей отказов компонентов более низкого уровня (блоков, узлов и ЭРИ для РЭА, узлов и ЭРИ для блока и ЭРИ для узла) необходимо выбрать точку на графике и нажать на кнопку "Просмотр вкладов".

Работа модуля основана на данных, которые содержаться в проектной части (ПЧ) и СЧ БД подсистемы. В результате расчетов определяются численные значения  $T_0$ ,  $P(t)$  и  $\lambda$  для дискретных значений следующих аргументов:

- температуры окружающей среды;
- класса аппаратуры (по классификации [1]);
- вида приемки.

Пользователь может получить в графическом виде зависимости как от каждого аргумента (рис. 3), так и двух любых аргументов.

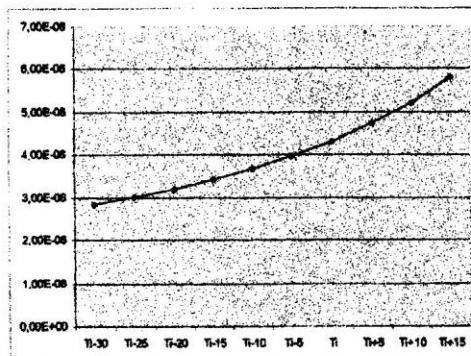


Рис. 3. Температурная зависимость эксплуатационной интенсивности отказов модуля: по оси ординат отложены значения эксплуатационной интенсивности отказов, [1/ч]; по оси абсцисс отложены значения температуры, [°C]

На основе анализа этих зависимостей пользователь имеет возможность целенаправленно изменять характеристики надежности и режимы работы ЭРИ при работе с системой анализа результатов, просматривать разные варианты и, тем самым существенно снизить время, затрачиваемое на обеспечение требуемого уровня надежности проектируемой РЭА. При работе модуля данные, которые пользователь изменяет для построения графических зависимостей, остаются неизменными в ПЧ БД подсистемы. Это позволяет в любой момент вернуться к начальному варианту. Если же найден оптимальный вариант, пользователь может сохранить полученные результаты либо в текущей ПЧ БД, что приведет к потере данных по исходному варианту, либо записать их новую ПЧ БД.

По результатам исследований формируется отчет, который представляет собой легко воспринимаемый цветной HTML-документ. Он содержит графики, таблицы численных значений функций и аргументов и гистограммы эксплуатационных интенсивностей отказов комплектующих компонентов. Анализ этой информации позволяет детализировать факторы, влияющие на надежность и обосновать возможные методы повышения надежности проектируемой РЭА.

#### Литература

1. ГОСТ Р В 20.39.302-98 Комплексная система общих технических требований. Аппаратура, приборы, устройства и оборудование военного назначения. Требования к программам обеспечения надежности и стойкости к воздействию ионизирующих и электромагнитных излучений. ДСП
2. Справочник «Надежность ЭРИ» / Редакция 2002 г.

## ОЦЕНКА ЛАТЕНТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ТЕСТИРОВАНИЯ

Игнатовский А.Н.

(Московский государственный институт электроники и математики)

**Estimation of latent parameters at realization of pedagogical testing, Ignatovsky A.N.**  
At designing the pedagogical test it is desirable to include tasks of various difficulty, allowing the examinee to show depth of mastering of a material, skills in the certain area of knowledge more full. However "difficulty of the task" is latent parameter as describes the latent characteristics of test tasks and she cannot be measured directly. In НИЛ-33 by development of test tasks for protection of laboratory works methods оценивания latent parameters on a statistical material delivered by testing were applied.

Часто оценки получаемые учениками, абитуриентами, студентами могут очень серьезно повлиять на их судьбы. При традиционной системе образования оценка выставляется преподавателем на основании беседы с обучаемым, при этом велика вероятность того, что оценки эти субъективны и часто приближенны. В последнее время для оценивания знаний обучаемых все чаще прибегают к процессу педагогического тестирования, где вопрос об объективности стоит не менее остро. Поэтому важно обратить особое внимание на составлении тестовых заданий.

При конструировании теста важнейшей характеристикой заданий является степень их соответствия определенным разделам учебной программы, образовательного стандарта и других подобных документов. Желательно включать задания различной трудности, позволяя испытуемым более полно проявить глубину усвоения материала, умения и навыки в определенной области знания.

Естественно полагать, что успех участника тестирования в решении определенного тестового задания зависит, в основном, от двух факторов: трудности задания и