

УДК 621.396

А.Н. Свиргун, А.А. Лаврут, М.П. Рубан

Полтавский военный институт связи

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

В статье рассмотрены вопросы повышения надежности в телекоммуникационных системах путем определения оптимального набора диагностических параметров. Предложен подход к классификации контролируемых параметров и их отклонения от номинального значения.

телекоммуникационные системы, диагностические параметры

Введение

В связи с высокими темпами развития телекоммуникационных систем, средства связи стали неотъ-

емлемой частью человеческой жизнедеятельности. Учитывая важность таких систем, к ним предъявляются повышенные требования надежности [1].

Одним из методов повышения надежности и предотвращения сбоев в работе систем и средств связи является метод резервирования, однако, учитывая его дороговизну, используется он в случаях построения сетей связи с повышенной важностью. Для предотвращения непредвиденного выхода из строя техники связи широко применяются различные методы контроля: диагностический, прогнозирующий, профилактический контроль и т.д. [2].

До последнего времени контроль соответствия эксплуатационным нормам рабочих параметров аппаратуры электросвязи осуществлялся с использованием либо узконаправленных, либо многофункциональных средств измерений. Узконаправленные системы, обладая более высокими диагностическими свойствами, имеют довольно высокую стоимость и малое количество контролируемых параметров [6]. Многофункциональные средства, в свою очередь, имеют более низкую стоимость, однако набор контролируемых параметров данных систем не всегда позволяет провести объективную оценку работы системы [4]. Анализ публикаций [3 – 6, 8, 9] в данной отрасли показал недостаточность информации и отсутствие единого подхода к выбору оптимального набора диагностических параметров контролируемых систем.

Целью данной работы является определение подхода к выбору оптимального набора параметров контроля и диагностики систем связи для эффективной эксплуатации и своевременного выявления некорректной работы системы в целом.

Основной материал

Количество измеряемых параметров значительно влияет на эффективность контроля. Для обеспечения оптимальных результатов тестирования системы необходимо правильно определить набор основных параметров, подлежащих контролю. Недостаточное их количество приведет к неправильной оценке состояния системы в целом, в то же время, избыточное количество измеряемых параметров может привести к неоправданным временным и техническим затратам и несколько искаженному общему результату тестирования системы.

Процедура диагностики систем связи при помощи измеряемых параметров основана на сопоставлении измеряемой величины X заданной норме X_{0i} с получением результата в виде «соответствует/не соответствует», что аналитически адекватно выражению [7]:

$$F[\text{sign}(z_i)] = \begin{cases} 0, & \text{при } X \in X_{0i}; \\ 1, & \text{при } X \notin X_{0i}, \end{cases} \quad (1)$$

$X_{0i} \in [N_{m_{i-1}} \Delta x_k; N_{m_i} \Delta x_k]$, $i = 1, 2, \dots, I$, $k = 1, 2, \dots, K$, где $z_i = K_{\Gamma} X - N_{m_i} \Delta x_k$; $K_{\Gamma} = \text{const}$ – коэффициент преобразования контролируемой величины в однородную величину; N_{m_i} и Δx_k , соответственно, значение i -й нормы и шаг ее квантования.

Отсюда выходная функция измерения имеет вид:

$$F(z_i) = \begin{cases} 0, & \text{при } z_i \leq \Delta; \\ \theta, & \text{при } z_i > \Delta, \end{cases}$$

$X_{0i} \in [N_{m_{i-1}} \Delta x_k; N_{m_i} \Delta x_k]$, $X \subset X_{0i}$, $i = 1, 2, \dots, I$, где $\theta \in \emptyset$ и, следовательно, значение функции в этом случае не может быть установлено. Как следует из данного выражения, $F(z_i)$ определяется погрешностью измерения Δ , а при $\Delta = 0$ выражением

$$K_{\Gamma} X - N_{m_i} \Delta x_k = 0,$$

которое отражает основное условие измерения [5].

Данные выражения позволяют оценить соответствие измеряемой величины заданному эталону. Таким образом, согласно общепринятой модели оценки работоспособности систем, в случае получения результата в виде θ система оценивается как неработоспособная. Тем не менее в процессе перехода в неработоспособное состояние, в следствие несущественных повреждений и дефектов система не обязательно переходит в предельное состояние. При незначительных отклонениях в основных параметрах система может:

- сохранять свои свойства и предоставлять качество услуг, удовлетворяющих требованиям пользователя;
- проработать еще определенное время, сохраняя основные свои функции, однако, сигнализируя о скором выходе из строя;
- вести обмен информацией, искажая её суть, что сводит к нулю эффективность использования средств телекоммуникаций.

Это позволяет разделить шкалу допустимых отклонений параметров от номинального значения на несколько уровней:

- искажения, абсолютно не влияющие на качество работы системы (допустимые, α);
- искажения, снижающие качество работы системы (граничные, α');
- искажения, влияющие на выполнение системой заданных функций (критические, β);
- выход из строя аппаратуры (предельные, γ).

Таким образом, вовремя выявляя «уход» параметров в их граничные значения можно предотвратить ухудшения качества работы аппаратуры, отказ в работе и т.п. (рис. 1).

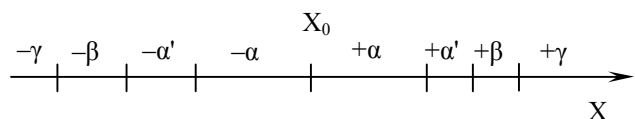


Рис. 1. Шкала отклонений значений параметров от их номинального значения, где X – ось возможных значений измеряемой величины, X_0 – номинальное значение контролируемой величины

На основании вышеизложенного предлагается расширить уравнение контроля (1) до вида:

$$F[\text{sign}(z_i)] = \begin{cases} 00 & \text{при } X \in \pm\alpha; \\ 01 & \text{при } X \in \pm\alpha^1; \\ 10 & \text{при } X \in \pm\beta; \\ 11 & \text{при } X \in \pm\gamma. \end{cases} \quad (2)$$

К примеру, при построении систем связи с повышенной важностью ограничением на допустимые отклонения контрольных параметров необходимо считать только первый интервал ($\pm\alpha$), а для систем связи общего назначения допустимо нормой считать первый и второй интервал ($-\alpha'$, $+\alpha'$). Это позволит, в первом случае, заблаговременно предотвратить «уход» параметров и исключить ухудшение качества работы, а во втором – избежать неоправданных затрат на преждевременный регламент и сэкономить как средства так и человеко-ресурс. Из всего спектра параметров системы необходимо выделить основные, которые позволят системе выполнять заданные функции, а оператору достоверно и объективно оценивать не только работоспособность системы, но и прогнозировать ее дальнейшее поведение. При выборе набора контролируемых параметров логично было бы ориентироваться на целевое предназначение системы. В связи с этим, выбор набора параметров включает следующие этапы:

- формируется список потенциальных потребителей услуг данной системы (например, министерство обороны, предприятия, частные лица и др.);
- посредством согласования требований заинтересованных организаций, ведомств или лиц устанавливаются ограничения на технические параметры системы, такие, как периодичность наблюдения, зоны устойчивой связи и т.п.;

- определяется генеральный критерий;
- контролируемые параметры системы выбираются из условия удовлетворения заданных ограничений и максимизации (минимизации) генерального критерия.

Таким образом, формируется спектр контролируемых параметров, необходимых для объективной оценки работоспособности системы и готовности её выполнять свои основные и дополнительные функции.

Как отмечалось ранее, количество измеряемых параметров значительно влияет на эффективность контроля в целом. Недостаток контролируемых параметров может привести к ошибочному результату контроля системы, а из-за перегруженности оператора большим объемом информации. Определение количества параметров в общем виде может быть представлено в виде функционала:

$$f_{\text{opt}} = f\left(\lambda\left[Z_1^\lambda, Z_2^\lambda \dots Z_n^\lambda\right] \omega\left[Z_1^\omega, Z_2^\omega \dots Z_n^\omega\right] \phi\left[Z_1^\phi, Z_2^\phi \dots Z_n^\phi\right]\right),$$

где Z_j^i – i -й параметр, характеризующий j -й набор, который определяется из формулой (2); λ – набор параметров, характеризующих целевое предназна-

чение системы; ω – набор параметров, характеризующих корректность работы системы; ϕ – набор параметров, регламентирующий дополнительные функции системы.

В зависимости от необходимости, финансовых возможностей, целевого предназначения системы, группы контрольных параметров можно определить количественно:

- минимально необходимый набор контролируемых параметров, позволяющий контролировать только основные свойства системы ($f = f_{\text{min}}$), при этом функция может иметь вид:

$$f_{\text{min}} = f(\lambda[Z_1^\lambda, Z_2^\lambda \dots Z_n^\lambda])$$

или $f_{\text{opt}} = f\left(\lambda\left[Z_1^\lambda, Z_2^\lambda \dots Z_n^\lambda\right] \omega\left[Z_1^\omega, Z_2^\omega\right]\right);$

- оптимальный набор параметров, позволяющий контролировать все необходимые свойства системы ($f = f_{\text{opt}}$), функция в данном случае может иметь вид:

$$f_{\text{opt}} = f\left(\lambda\left[Z_1^\lambda, Z_2^\lambda \dots Z_n^\lambda\right] \omega\left[Z_1^\omega, Z_2^\omega \dots Z_n^\omega\right]\right);$$

- набор параметров, допускающий некоторую избыточность ($f = f_{\text{изб}}$), и функция в таком случае:

$$f_{\text{изб}} = f\left(\lambda\left[Z_1^\lambda, Z_2^\lambda \dots Z_n^\lambda\right] \omega\left[Z_1^\omega, Z_2^\omega \dots Z_n^\omega\right] \phi\left[Z_1^\phi, Z_2^\phi \dots Z_n^\phi\right]\right).$$

Выводы

Предложенный подход к выбору оптимального набора диагностических параметров систем связи позволяет более детально оценивать работоспособность данных систем, своевременно выявлять неисправности, упростить работу оператора при проведении контроля работоспособности за счет сокращения набора измеряемых параметров а так же упорядочить подход к выбору оптимального количества контролируемых параметров. Расширение формулы (1) до вида (2) позволит получить на этапе контроля работоспособности и исправности системы больший объем полезной информации. В последующем полученные результаты могут использоваться при проектировании многофункциональных диагностических систем, обладающих набором параметров, которые позволят максимально объективно оценить корректность работы системы.

Список литературы

1. ОСТ 45.63-96 Обеспечение надежности средств электросвязи. Основные положения.
2. Давыдов И.Б. Основы эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры: Учебное пособие. – Х.: ХВВКИУРВ, 1991. – 389 с.
3. Бакланов И.Г. Тестирование и диагностика систем связи. – М.: Эко-Трендз, 2001. – 36 с.
4. Бакланов И.Г. Технологии измерений в современных телекоммуникациях. – М.: Эко-Трендз, 1997. – 268 с.
5. Иванов А.Б. Контроль соответствия в телекоммуникациях и связи. Часть 1. – М.: САЙРУС СИСТЕМС, 2000. – 310 с.

6. Иванов А.Б. От разрозненных измерений к сквозному контролю [Электр. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.syrus.ru/index.cgi>.

7. Мельников А.В., Рябцев В.Г. Контроль модулей памяти компьютеров. – К.: ВЕГА, 2001. – 255 с.

8. Бакланов И.Г. Методы измерения в системах связи. – М.: Эко-Трендз, 1999. – 259 с.

9. Юдицкий С., Борисенко В., Овчинников О. Основы диагностики сети // LAN. – Вып. 12. – № 2. – С. 6-11.

Поступила в редколлегию 00.00.2007

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.С. Харченко, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.