

УЗБЕКСКОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ
ТАШКЕНТСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

На правах рукописи

УДК 621.391.28

ДЖАББАРОВ ШУХРАТ ЮЛДАШЕВИЧ

МЕТОДЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕМЕНТОВ
СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

05.12.02 – Системы и устройства передачи информации по каналам связи

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Ташкент - 2009

Работа выполнена в Ташкентском университете информационных технологий.

Научный руководитель кандидат технических наук,
доцент **Джалилов Малик**

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Нишанбаев Туйгун

кандидат технических наук, доцент
Шарипов Рахим Ашрафович

Ведущая организация АК «Узбектелеком»

Защита состоится «___»_____2009 г. в _____на заседании специализированного совета Д001.25.01 при Ташкентском университете информационных технологий по адресу: 100084, г. Ташкент, ул. Амир Темура, 108.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Ташкентского университета информационных технологий

Автореферат разослан «___»_____2009 г.

Ученый секретарь
специализированного совета

Ганиев А.А.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИССЕРТАЦИИ

Актуальность работы. Современные системы передачи данных (СПД) представляют собой сложные территориально распределенные технические комплексы, выполняющие важные задачи по своевременной и качественной передаче сообщений. В этой связи повышение надежности СПД не может быть обеспечено без существенного повышения надежности элементов СПД. Под элементами СПД понимают совокупность средств, аппаратуры передачи данных (АПД), состоящей из кодеков, модемов, управляющих устройств, каналов связи и др.

Для построения элементов СПД используется современная элементная база, основанная на применении больших интегральных схем (БИС), сверхбольших интегральных схем (СБИС) и микропроцессорных комплектов (МПК), которые позволяют существенно увеличить производительность и надежность, повысить технологичность, расширить функциональные возможности СПД, уменьшить их массу, габариты и потребляемую мощность.

В то же время переход к широкому использованию БИС, СБИС и МПК в современных СПД создал вместе с бесспорными их преимуществами, и ряд серьезных проблем в их эксплуатационном обслуживании, связанных в первую очередь с процессами контроля и диагностики. Своевременное обнаружение и поиск неисправностей в элементах СПД сопряжены с определенными трудностями, и при использовании традиционных контрольно – диагностических средств, не дают приемлемых результатов.

Контроль и диагностика элементов СПД требует новых, по сравнению с традиционными, подходов к исследованию методов и разработке средств контроля и диагностики в условиях эксплуатации, что и определяет актуальность темы диссертационной работы.

Степень изученности проблемы. В последние десятилетия решению проблемных задач контроля и диагностики сложных систем посвящено большое количество теоретических и экспериментальных работ. Проблемы контроля и диагностики в СПД в целом рассматривались в работах зарубежных и отечественных авторов: Абрамовича М., Броэра М., Уильямса Т., Пархоменко П.П., Захарова Г.П., Щербакова Н.С., Давыдова П.С., Абдуллаева Д.А., Арипова М.Н., Камалова Ю.К. и других. Однако, вопросы контроля и диагностики элементов СПД, повышение их контролепригодности методами встроенного контроля и средствами диагностики на базе метода сигнатурного анализа недостаточно исследованы. В связи с этим проблема исследования методов контроля и диагностики, в целях обеспечения качественного функционирования элементов и СПД в целом в условиях эксплуатации, представляет собой важную и актуальную задачу.

Связь диссертационной работы с тематическими планами НИР.

Работа выполнялась по плану научно-исследовательских работ Ташкентского университета информационных технологий (хоздоговор с АК

«Узбектелеком» №6-05/2005 по теме «Исследование методов контроля и диагностики цифровых устройств телекоммуникационного оборудования в условиях эксплуатации»).

Цель исследования. Целью настоящей работы является исследование и разработка эффективных методов контроля и диагностики элементов СПД.

Задачи исследования. Для достижения поставленной цели в диссертационной работе решаются следующие задачи:

- анализ математической модели описания процессов функционирования элементов СПД как объекта контроля и диагностики;
- разработка модели СПД с разделением и диагностикой ошибок и отказов, включая модели источника канальных ошибок и аппаратурных отказов;
- разработка математической модели процессов встроенного контроля элементов СПД без и с самоконтролем на базе графоаналитического метода и оценка их эффективности;
- разработка имитационной модели и методик оценки достоверности методов компактного тестирования и практического расчета эталонных сигнатур;
- оценка эффективности алгоритмов поиска неисправностей в цифровых устройствах.

Объектом и предметом исследования являлось контрольно-диагностическое обеспечение элементов СПД.

Методы исследования. При решении поставленных задач использовались методы теории вероятностей, теории графов, теории надежности, алгебры логики, математической статистики, машинного моделирования.

Гипотеза исследования. Возможности технической диагностики элементов СПД, позволяющие с большей достоверностью оценить надежность и повысить работоспособность этих элементов.

Основные положения, выносимые на защиту:

- модель СПД с разделением канальных ошибок и аппаратурных отказов;
- графоаналитический метод исследования процессов встроенного контроля (ВК) элементов СПД;
- определение и оценка эффективного объема средств ВК элементов СПД без и с самоконтролем;
- упрощенный метод расчета эталонных сигнатур;
- методики оценки достоверности методов компактного тестирования и формирования эталонных сигнатур, базирующиеся на имитационной модели.

Научная новизна. На основе проведенных исследований получены следующие научные результаты:

- каскадная модель источника ошибок дискретного канала и стратегия диагностики и восстановления работоспособности элементов СПД;
- математическая модель процессов встроенного контроля элементов СПД без и с самоконтролем и оценка величины их эффективного объема;
- методики оценки достоверности контроля и расчета эталонных сигнатур;
- алгоритмы, минимизирующие время поиска неисправностей при использовании метода сигнатурного анализа;
- имитационная модель и программа для оценки достоверности методов компактного тестирования и формирования эталонных сигнатур.

Научная и практическая значимость результатов исследований. На основе проведенных исследований предложены методики оценки эффективности средств контроля и диагностики с использованием разработанных математических моделей, которое обеспечивают сокращений времени поиска неисправности и повышение эффективности ремонтно-восстановительных работ. Данные методики, алгоритмы и программы практически используются при разработке контрольно-диагностического обеспечения в условиях эксплуатации элементов СПД.

Реализация результатов. Результаты диссертационной работы внедрены в АК «Узбектелеком». Теоретические и практические результаты работы используются в учебном процессе ТУИТ по направлению образования «Телекоммуникации» и специализации 5А5222205 – «Сети связи и системы управления»

Апробация работы. Материалы диссертационной работы докладывались и обсуждались на Международных научных конференциях «Инфокоммуникационные и вычислительные технологии в науке, технике и образовании» (Ташкент, 2004), «Масофадан ўқитиш техника ва технологияси» (Ташкент, 2004), «Состояние и перспективы развития связи и информационных технологий Узбекистана» (Ташкент, 2005), Республиканской научно-технической конференции «Ахборот-коммуникация технологиялари соҳасида фан, таълим ва ишлаб чиқариш ҳамда уларни интеграциялаш» (Ташкент, 2005), Второй международной конференции в Центральной Азии по Интернет-технологиям (Ташкент, 2006), научных семинарах кафедры «Системы телематики».

Опубликованность результатов. Основные результаты диссертации опубликованы в 16 печатных работах, в том числе: 4 журнальные статьи, в сборниках научных трудов - 4, 7 тезисов и материалов докладов на международных и республиканских научно-технических конференциях, одно учебное пособие и получены 2 свидетельства Государственного патентного ведомства РУз.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений. Основная часть

работы содержит 145 страниц машинописного текста, включая 46 рисунков и 21 таблицу. Приложение содержит 34 страницы. Список литературы содержит 119 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы исследований, сформулированы цель и основные задачи исследований, её научная новизна и практическая ценность, приведены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе проведен анализ состояния проблемы повышения надежности элементов СПД методами контроля и диагностики. Разработана математическая модель, описывающая процесс передачи информации в СПД, позволяющая выявить влияние различных факторов (помех, ошибок, сбоев и отказов) на его эффективность.

Одним из основных направлений повышения надежности функционирования СПД является повышение эффективности их технических и эксплуатационных характеристик, путем улучшения показателей ремонтпригодности на основе результатов контроля и технической диагностики. Необходимо отметить, что в существующих СПД отсутствуют средства, которые позволяли бы оперативно осуществлять селектирование канальных ошибок от ошибок, вызванных аппаратурными источниками в передающей и приемной частях. СПД относится к классу восстанавливаемых систем, с учетом этого показано, что её надежность может быть повышена не только путем увеличения времени наработки на отказ, но также путем повышения уровня контролепригодности, обеспечивающим сокращение времени восстановления, связанного с обнаружением, поиском и устранением неисправности.

Рассмотрены основные принципы обеспечения контролепригодности цифровых устройств, позволяющих облегчить задачу обнаружения и поиска неисправностей с заданной глубиной.

Показано, что контролепригодность цифровых устройств и аппаратуры в целом, оценивается рядом показателей, а номенклатура показателей контролепригодности определяется с учетом заданных на устройства (аппаратуру) способов обеспечения восстановления, контроля правильности функционирования.

Номенклатура показателей контролепригодности определяется с учетом заданных на систему показателей надежности, технологичности и принятых для этой системы способов обеспечения восстановления, контроля правильности функционирования.

Вторая глава посвящена анализу цифровых устройств как объекта контроля и диагностики. Проведен анализ общей стратегии диагностики и восстановления СПД, в которой каждое техническое состояние системы

$Z = (Z_1, Z_2, \dots, Z_n)$ является функцией работоспособности в пространстве параметров состояний $Z \in C_i \leftrightarrow \prod_{j=1}^l (y_j \in [y_{ij_n}, y_{ijk}])$,

где Z - техническое состояние системы;

C_i - класс состояния системы;

y_{jn}, y_{jk} - выходные сигналы в неконтролируемых и контролируемых устройствах системы.

Информацию о текущем состоянии системы получают путем измерения выходных сигналов y_j в выбранных контрольных точках.

Решение основной задачи диагностики - определение класса состояний C_i в текущий момент времени осуществляется по правилу

$$Z \in C_i \leftrightarrow p(y, \hat{y}_i) = \max_{k=1, \bar{m}} p(y, \hat{y}_k), \quad (1)$$

где $p(y, \hat{y}_k)$ – мера сходства сравниваемых векторов.

Анализ модели приемника СПД с распознаванием и диагностикой отказов показал, что для достоверной оценки их технического состояния необходимо разделить аппаратные источники ошибок от канальных и оперативно локализовать источники неисправностей.

Так как реальные каналы связи нестационарны, а на практике в ряде ситуаций имеется возможность выделения квазистационарных участков, то для этих каналов можно использовать квазистационарную математическую модель, описываемую моделью Пуртова с марковской цепью переходов состояний.

Особенностью обобщенной модели Пуртова с марковской цепью перехода состояний является то, что она содержит минимальное число параметров, что упрощает расчеты и описывается на базе известной модели для канала без стираний. Кроме того, с показателем группирования α_{oui} связан коэффициент t_{oui} , численно равный среднему числу ошибочных элементов в ошибочном блоке:

$$t_{oui} = n^{\alpha_{oui}}. \quad (2)$$

Аналогичная связь существует и между показателем группирования стираний t_{cm} и α_{cm} .

Переходные матрицы марковской цепи имеют вид: для вероятности ошибок P_{oui} :

$$P_{oui} = \begin{bmatrix} P_{11_{oui}} & P_{12_{oui}} & P_{13_{oui}} \\ P_{21_{oui}} & P_{22_{oui}} & P_{23_{oui}} \\ P_{31_{oui}} & P_{32_{oui}} & P_{33_{oui}} \end{bmatrix},$$

для показателя группирования ошибок α_{oui} :

$$P_{\alpha_{ош}} = \begin{bmatrix} P_{\alpha_{11ош}} & P_{\alpha_{12ош}} & P_{\alpha_{13ош}} \\ P_{\alpha_{21ош}} & P_{\alpha_{22ош}} & P_{\alpha_{23ош}} \\ P_{\alpha_{31ош}} & P_{\alpha_{32ош}} & P_{\alpha_{33ош}} \end{bmatrix}.$$

Разработанная модель представляет собой каскадную модель источника ошибок и стираний дискретного канала на базе модели Пуртова с марковской цепью переходов, которая используется для разделения канальных ошибок от ошибок, вызванных сбоями и отказами цифровых устройств.

Проведен анализ специфических особенностей цифровых устройств на базе БИС, СБИС и МПК, определяющих сложность их контроля. Разработана методика анализа технических данных цифровых устройств, которая включает:

- методику анализа номенклатуры и технических характеристик заданных типов цифровых плат, как объектов контроля и диагностики, для средств компактного тестирования на основе метода сигнатурного анализа;
- методику анализа статистических данных подконтрольной эксплуатации заданной аппаратуры для определения надежностных характеристик цифровых плат.

Показано, что для научно обоснованного выбора методов и средств диагностики необходимо тщательное изучение и анализ неисправностей, на обнаружение и устранение которых направлена процедура контроля и диагностики. Анализ показал, что в общем случае при выборе средств диагностики используются математические модели реальных неисправностей цифровых схем, такие как: закон Пуассона, распределение Вейбулла, распределение Пойа и другие. Недостатком указанных моделей является то, что они описывают только поток независимых одиночных отказов во времени. Для случаев множественных отказов или же их группирования необходимо использовать модель потока пакетов отказов (ошибок, сбоев) во времени на основе процессов восстановления с дискретным временем.

Классифицированы современные виды и методы контроля и диагностики, которые используются для повышения контролепригодности элементов СПД. Проведен сравнительный анализ современных встроенных и внешних средств контроля и диагностики, а также условий их применения.

Третья глава посвящена исследованию вероятностных характеристик средств (ВК) АПД. На основе графоаналитического метода разработана методика определения вероятностных характеристик средств ВК АПД без и с самоконтролем. Получены аналитические выражения для оценки величины эффективного объема средств ВК АПД без и с самоконтролем.

Учет влияния объема средств ВК на эксплуатационные характеристики системы позволяет оптимально перераспределять ресурсы между встроенными и внешними средствами контроля и диагностики.

Для оценки эффективности средств ВК использованы следующие параметры:

K_z - коэффициент готовности контролируемой системы со средством ВК;

$P_{обн}$ - вероятность обнаружения неисправности средством ВК;

ΔP - проигрыш в безотказности контролируемой системы средствами ВК;

ΔD - выигрыш в достоверности при использовании средства ВК;

T_0 - среднее время наработки на отказ контролируемой системы со средством ВК;

$T_с$ - среднее время на восстановление контролируемой системы со средством ВК;

λ_1 - параметр потока отказов той части оборудования системы, которая не охвачена ВК;

λ_2 - параметр потока отказов той части системы, которая охвачена ВК;

λ_0 - параметр потока отказов всей системы ($\lambda_0 = \lambda_1 + \lambda_2$);

δ - величина объема средств ВК в процентах

$$(\delta = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \cdot 100\%),$$

ω - интенсивность перехода ($\omega_1 = \frac{1}{\tau_{y1}}$, $\omega_2 = \frac{1}{\tau_{y2}}$),

τ_{y1}, τ_{y2} - среднее время устранения отказа при правильном и неправильном определении его места соответственно.

Получено выражение для коэффициента готовности системы с встроенным контролем:

$$K_z = \frac{\omega_1 \omega_2}{\omega_1 \omega_2 (1 + P_{\phi y2}) + \left[\omega_2 \alpha - \omega_1 (1 - \alpha) + \frac{\omega_1 \omega_2}{\mu} \right] (\lambda_0 \lambda P_{\phi}) + [\omega_1 (1 - \alpha_1) + \omega_2 \alpha_1] P_{\phi y2}}. \quad (3)$$

Проигрыш в безотказности контролируемой системы со средством встроенного контроля:

$$\Delta P = |P_{исх} P_{к} P_{исх}|, \quad (4)$$

где $P_{исх}$ - вероятность безотказной работы исходной (не контролируемой) системы со средством встроенного контроля;

$P_{к}$ - вероятность безотказной работы средства встроенного контроля

$$P_{исх} = \frac{1}{1 + \frac{\lambda_0}{\theta}}, \quad (5)$$

где θ - интенсивность восстановления контролируемой системы.

Вероятность безотказной работы средства контроля определяется формулой

$$P_k = P_1 + P_3. \quad (6)$$

Общее выражение проигрыша в безотказности контролируемой системы со средством встроенного контроля имеет вид:

$$\Delta P = \frac{\omega_1 \omega_2 + P_{\phi Y}}{\omega_1 \omega_2 [1 + Y_1 + (1 - P_{\phi})(Y_0 - Y_1) + P_{\phi Y_2}] + \lambda_0 [\omega_1 (1 - \alpha) + \omega_2 \alpha] - P_{\phi} (1 - \alpha) + (\omega_1 - \omega_2) \lambda_2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\lambda_0}{\theta}} - \frac{1}{1 + \frac{\lambda_0}{\theta}}. \quad (7)$$

Выигрыш в достоверности при использовании средств ВК:

$$\Delta D = P_{обн} - P_{исх} (1 - P_k) - P_{исх} P_k P_{обн}. \quad (8)$$

На основании вышеприведенных выражений произведены расчеты значений ΔD и ΔP в зависимости от объема средств ВК при различных значениях $P_{обн}$ и вероятности безотказной работы системы $P_{исх}$. Графики зависимостей $\Delta P = f(\delta)$, $\Delta D = f(\delta)$, построенные по данным расчета, приведены на рис. 1 и 2.

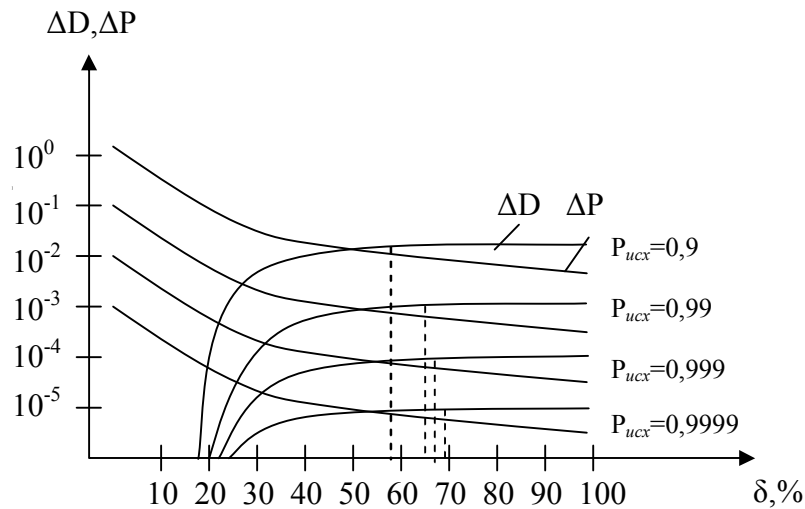


Рис. 1. График зависимостей $\Delta D = f(\delta)$ и $\Delta P = f(\delta)$ при $P_{обн} = 0,3$ и различных значениях вероятности безотказной работы исходной схемы $P_{исх}$

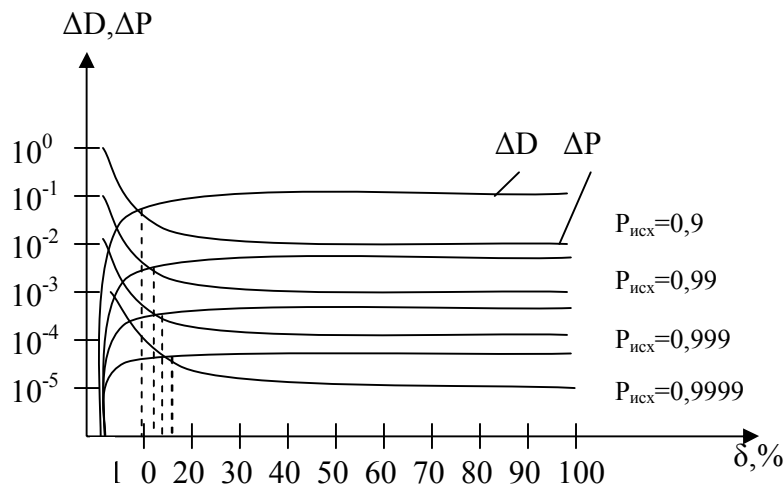


Рис. 2. График зависимостей $\Delta D = f(\delta)$ и $\Delta P = f(\delta)$ при $P_{обн} = 0,9$ и различных значениях вероятности безотказной работы исходной схемы $P_{исх}$

Из полученных результатов видно, что эффективная величина объема средств ВК лежит в диапазоне от 10% до 30% от величины объема контролируемой АПД.

Одной из важнейших задач, возникающих при проектировании средств ВК, является количественная оценка вероятностных характеристик средств ВК АПД с самоконтролем. Получены зависимости среднего времени восстановления (T_e) и коэффициента готовности (K_g) АПД от величины объема средств ВК с самоконтролем.

Анализ показывает, что эффективная величина объёма средств ВК с самоконтролем АПД лежит в диапазоне от 5 до 25%.

Четвертая глава посвящена исследованию метода диагностики цифровых устройств на основе сигнатурного анализа. Проведен анализ математической модели сигнатурного анализа и оценки достоверности его контроля. Для оценки эффективности средств диагностики рассмотрена достоверность контроля метода сигнатурного анализа. Математической основой сигнатурного анализа является способ кодирования двоичных последовательностей с использованием циклического кода. Из теории кодирования известно, что для циклических кодов можно рассчитать количество необнаруженных ошибок по формуле

$$B_n^i = \frac{C_n^i}{2^r}. \quad (9)$$

Соответственно, можно рассчитать достоверность сигнатурного анализатора (СА) в зависимости от кратности ошибок и длины “окна” измерения по формуле

$$D_i = 1 - P_{noi} = 1 - \frac{C_n^i}{2^r 2^n}. \quad (10)$$

В соответствии с (10) были произведены расчеты вероятности необнаружения ошибки $P_{но}$ для полиномов степени $r=8, 12, 16$ и длин анализируемых последовательностей («окон измерений») N равных 20, 40, 60, 80, 100 в зависимости от кратности ошибки. Полученные результаты показали, что для увеличения достоверности сигнатурного анализа необходимо увеличить степень образующего полинома r , что, однако приводит к расширению разрядности сигнатур. Фактически зависимость $P_{но}$ от кратности ошибки для разных r графически изображается не прямой, а выпуклой вверх кривой. Вершина выпуклого графика $P_{но} = f(t)$, его пиковая точка соответствует максимальной величине вероятности необнаружения ошибки для кратностей ошибок, равных половине длины последовательности.

Важной характеристикой СА является набор (словарь) эталонных сигнатур, который заранее определяется для исправного цифрового устройства. Необходимость создания методов расчета сигнатур связана во первых, с необходимостью автоматизации производства словарей (таблиц) эталонных сигнатур, так как их создание с помощью измерения сигнатур является довольно трудоёмким, а во вторых, с оценкой достоверности самих

сигнатурных анализаторов и построением алгоритмов поиска неисправности с использованием СА.

В настоящее время известны теоретические методы, позволяющие рассчитывать эталонные сигнатуры на основе моделирования работы СА и метода вложенных полиномов.

Проведенный анализ показал, что эти методы расчета требуют запоминания большого объема образующих полиномов степеней r, m, l, k , а также проведение дополнительных сложных расчетов для получения эталонных сигнатур.

В этой связи в данной главе разработана новая методика упрощенного расчета эталонных сигнатур, обладающая меньшей трудоемкостью и свободная от недостатков известных теоретических методов расчета эталонных сигнатур.

В соответствии с предложенной методикой сигнатура рассчитывается путем умножения входного многочлена $F(X)$ на одночлен X^r и делением этого произведения на обратный образующий полином $P'(X)$:

$$\frac{F(X)X^r}{P'(X)} = Q(X) + \frac{R(X)}{P'(X)}. \quad (11)$$

При этом частное от деления имеет такую же степень, как и $F(X)$, а сигнатурой являются последние r разрядов

$$r_c(X)[Q(X)] \bmod 2^r.$$

Решающим фактором, обеспечивающим сокращение времени поиска неисправностей, является наличие, как средств сигнатурного анализа, так и соответствующих алгоритмов поиска неисправностей.

Рассмотрены особенности практического применения СА для диагностики элементов СПД. Разработаны алгоритмы проверки и оценены временные затраты на контроль работоспособности типового элемента цифрового устройства методом последовательного контроля и половинного разбиения. В качестве примера в табл. 1 приведены характеристики алгоритмов контроля и диагностики типового элемента цифрового устройства блока опорных частот (БОЧ) каналообразующей аппаратуры.

Сравнительный анализ алгоритмов поиска неисправностей методами последовательного поиска и половинного разбиения показал, что использование последнего позволяет уменьшить время контроля в среднем в 1,4 раза.

Таким образом, широкие возможности средств сигнатурного анализа при поиске и локализации неисправностей обеспечивают значительное сокращение времени проведения ремонтно-восстановительных работ цифровых устройств и снижение требований к уровню квалификации ремонтного персонала.

С целью теоретической оценки достоверности контроля методов компактного тестирования разработано программное обеспечение и

проведено имитационное моделирование наиболее распространенных и перспективных методов компактного тестирования: сигнатурного анализа, счета единиц и счета логических переходов. В качестве модели отказов использована модель источника ошибок по схеме восстановления. Результаты моделирования позволяют произвести более точную оценку характеристик сигнатурного анализа по отношению к другим методам компактного тестирования.

Таблица 1

Характеристики алгоритмов контроля и диагностики цифровой платы СА

Обозначение ИМС в схеме	Алгоритм контроля методом с выхода на вход		Алгоритм контроля методом половинного разбиения	
	Количество измерений	Время измерения, минут	Количество измерений	Время измерения, минут
DD9	2	0,67	5	1,70
DD8	3	1,02	5	1,70
DD7	4	1,36	4	1,35
DD6	5	1,70	4	1,35
DD5	6	2,04	4	1,35
DD4	7	2,34	4	1,35
DD3	8	2,72	4	1,35
DD2	9	3,06	4	1,35
DD1	9	3,06	4	1,35
$\Sigma N_i, \Sigma t_i$	53	17,97	38	12,85
$\overline{N_{cp}}, \overline{t_{cp}}$	5,8	1,99	4,2	1,42

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В соответствии с поставленными задачами в диссертационной работе получены следующие основные результаты:

1. На основе анализа существующих методов контроля и диагностики элементов СПД показано, что наиболее эффективными являются методы встроенного контроля и средства технической диагностики на базе сигнатурного анализа.
2. Предложена модель СПД с разделением источников канальных ошибок и аппаратурных отказов, позволяющая оперативно распознавать

причину появления ошибок и повысить эффективность ремонтно-восстановительных работ.

3. Разработана каскадная модель источника ошибок, стратегия диагностики и восстановления работоспособности элементов СПД, характерная тем, что позволяет более адекватно отражать структурные особенности элементов СПД и упрощает выбор методов контроля и технической диагностики

4. Разработаны математические модели технической диагностики элементов СПД средствами встроенного контроля и методики оценки величин их эффективного объема, как с самоконтролем, так и без него.

5. Предложены методики оценки достоверности средств технической диагностики на базе сигнатурного анализа и практического расчета эталонных сигнатур, которые обеспечивают сокращение времени поиска неисправностей в цифровых устройствах.

6. На примере типового элемента цифровых устройств СПД, проведен сравнительный анализ алгоритмов поиска неисправностей для двух, нашедших наибольшее применение, методов: последовательного контроля и половинного разбиения. Применение метода половинного разбиения позволяет уменьшить время поиска неисправности в среднем в 1,4 раза.

7. Разработаны новые алгоритмы и программы имитационного моделирования методов компактного тестирования, включая сигнатурный метод диагностики, позволяющие изменять в широких пределах параметры сигнатурного анализатора, на которые получены два свидетельства Государственного Патентного ведомства РУз.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Джураев Р.Х., Джаббаров Ш.Ю. Каскадная модель источника ошибок и стираний нестационарного канала связи. - Радиотехнические системы и устройства. - Сборник научных трудов профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов ТЭИС, часть 6. – Ташкент, 2001. - С. 40-43.
2. Джураев Р.Х., Джаббаров Ш.Ю. Исследования влияния объема встроенного контроля и надежность характеристики цифровой системы. - Радиотехнические системы и устройства. Сборник научных трудов профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов ТЭИС. часть 6. – Ташкент, 2001. - С. 48-52.
3. Джалилов М.И., Джураев Р.Х., Джаббаров Ш.Ю. Обеспечение информационной безопасности в сетях передачи данных. - Труды Академии Вооруженных Сил Республики Узбекистан. –Ташкент, 2004, №1.- С. 55-58.
4. Джаббаров Ш.Ю. Исследование вероятностных характеристик средств встроенного контроля аппаратуры передачи данных с самоконтролем. Доклады и тезисы международной конференции

- «Инфокоммуникационные и вычислительные технологии в науке, технике и образовании». – Ташкент, 2004. С. 393-397.
5. Джаббаров Ш.Ю. Анализ методов расчета эталонных сигнатур в цифровых устройствах. Доклады и тезисы международной конференции. «Инфокоммуникационные и вычислительные технологии в науке, технике и образовании». – Ташкент, 2004. - С. 389-393.
 6. Джаббаров Ш.Ю. Принципы контроля и диагностики цифровых плат цифрового телекоммуникационного оборудования. Доклады и тезисы международной научно-технической конференции «Состояние и перспективы развития связи и информационных технологий». – Ташкент, 2005. -С. 28-29.
 7. Джаббаров Ш.Ю. Повышение надежности функционирования системы передачи данных. Труды Международной научной конференции. «Роль и значение телекоммуникаций и информационных технологий в современном обществе». – Ташкент, 2005. 27-30 сентябр. - С. 19-21.
 8. Джаббаров Ш.Ю., Джураев О.Р. Модели неисправностей в цифровых устройствах аппаратуры передачи данных. Труды Международной научной конференции «Роль и значение телекоммуникаций и информационных технологий в современном обществе». - Ташкент, 2005. 27-30 сентябр. - С. 21-23.
 9. Джаббаров Ш.Ю. Метод оперативного обнаружения аппаратурных отказов и сбоев в системе передачи данных. - Ахборот-коммуникация технологиялари сохасида фан, таълим ва ишлаб чиқариш ҳамда уларни интеграциялаш. Республика илмий-техник конференцияси. - Ташкент, 2005. - С. 164-166.
 10. Джалилов М.И., Джураев Р.Х., Джаббаров Ш.Ю., Джураев О.Р. Исследование модели неисправности и диагностики цифровых устройств АПД. - Труды Академии Вооруженных Сил Республики Узбекистан. -Ташкент, 2005, №2. - С. 109-113.
 11. Арипов М.Н., Джураев Р.Х., Джаббаров Ш.Ю. Техническая диагностика цифровых систем. - Учебное пособие. – Ташкент, ТУИТ, 2006.
 12. R.N. Djuraev, Sh.Yu. Djabbarov. Cascade Model of Error Source and Erasure of Not Stationary Communication Channel. 2nd International Conference in Central Asia on Internet. – Tashkent, 2006. September p. 19-21.
 13. Джаббаров Ш.Ю. Принципы диагностики цифровых устройств средствами сигнатурного анализа. - Вестник ТашГТУ. -Ташкент, 2006, №2. - С. 29-31.
 14. Джаббаров Ш.Ю., Джураев О.Р. Анализ модели неисправности и алгоритмов диагностики цифровых устройств аппаратуры передачи данных // Проблемы информатики и энергетики.-Ташкент, 2007, № 1. – С. 57-61.

15. Джаббаров Ш.Ю., Джураев О.Р. Повышение надежности функционирования системы передачи данных методами контроля и диагностики. Алоқа дунёси.- Ташкент, 2007, №2. – С. 71-73.
16. Джаббаров Ш.Ю., Джураев О.Р., Давронбеков Д.А., Рахматов К.Р. Алгоритм поиска неисправностей в цифровых устройствах средствами компактного тестирования. Вестник ТУИТ.–Ташкент, 2007, №4. –С.59-62.
17. Джураев Р.Х., Джаббаров Ш.Ю., Янгалиев Ф., Ш. Программа имитационного моделирования методов компактного тестирования цифровых устройств. // Государственное патентное ведомство РУз. Свидетельство № DGU 01243, 26.03.2007.
18. Джураев Р.Х., Джаббаров Ш.Ю., Янгалиев Ф. Ш., Программа моделирования сигнатурного метода диагностики цифровых устройств. // Государственное патентное ведомство РУз. Свидетельство № DGU 01244, 26.03.2007.

Техника фанлари номзоди илмий даражасига талабгор Джаббаров Шухрат Юлдашевичнинг 05.12.02.- “Алоқа каналлари орқали ахборот узатиш тизимлари ва қурилмалари“ ихтисослиги бўйича “Маълумотлар узатиш тизими элементларини техник диагностика қилиш усуллари” мавзусидаги диссертациясининг

РЕЗЮМЕСИ

Таянч (энг муҳим) сўзлар: маълумотлар узатиш тизимлари, маълумотлар узатиш тизимларининг ишончилиги, рақамли қурилмаларнинг назоратга яроқлилиги, ички ва ташқи назорат, назорат ва диагностика қилиш восита ва услублари, сигнатурали таҳлил, эталон сигнатуралар, носозликларни қидириш алгоритмлари.

Тадқиқот объектлари: ишлатиш шароитларида МУТ элементларини диагностика қилиш, МУТни ўрнатилган назорат қилиш услублари ва сигнатурали таҳлил асосидаги рақамли қурилмаларни диагностика қилиш.

Ишнинг мақсади: МУТ элементларини назорат ва диагностика қилишнинг самарали услубларини ишлаб чиқиш ва тадқиқ қилиш.

Тадқиқот методлари: аналитик ва дастурли тадқиқот усуллари, олинган натижаларни таҳлил қилишнинг ишлаб чиқилган моделлари ва услублари. Эхтимоллар назарияси, графлар назарияси, ишончилик назарияси, мантиқий алгебра назарияси, компьютерда моделлаштириш услублари.

Олинган натижалар ва уларнинг янгилиги: дискрет канал хатоликлари манбаининг каскадли модели, диагностика стратегияси ва МУТ элементларини иш қобилиятларини қайта тиклаш. Ўз-ўзини назорат қиладиган ва назоратсиз МУТ элементларини ички назорат воситаларининг математик модели, уларнинг самарадор хажмлари қийматларини баҳолаш. Назорат қилиш аниқчилигини баҳолаш ва эталон сигнатураларни ҳисоблаш услублари. Қидириш вақтини камайтирадиган сигнатурали таҳлилни қўллаганда, носозликни излаш алгоритмлари. Компакт тестлаш ва эталон сигнатураларни шакллантириш услублари аниқчилигини баҳолаш учун имитацион модел.

Амалий аҳамияти: ишлаб чиқилган услублар, алгоритмлар ва дастурлар МУТ элементларини ишлатиш босқичида назорат-диагностика таъминотини ишлаб чиқиш учун амалий фойдаланишга тавсия қилинди.

Татбиқ этиш даражаси ва иқтисодий самарадорлиги: диссертация ишининг натижалари “Ўзбектелеком” АК да жорий этилмоқда. Ишнинг назарий ва амалий натижалари ТАТУ “Телекоммуникация” йўналишида ва 5А5222205-“Алоқа тармоқлари ва бошқарув тизимлари” мутахассислиги бўйича ўқув жараёнида қўлланилмоқда.

Қўлланиш (фойдаланиш) соҳаси: таклиф этилган услублар, алгоритмлар ва дастурлар МУТни ишлатилишида рақамли телекоммуникация қурилмалари ва тизимларнинг назорат - диагностика таъминотини ишлаб чиқишда кенг қўлланилиши мумкин.

РЕЗЮМЕ

диссертации Джаббарова Шухрата Юлдашевича на тему: «Методы технической диагностики элементов систем передачи данных» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.02 – «Системы и устройства передачи информации по каналам связи»

Ключевые слова: Системы передачи данных, надежность систем передачи данных, контролепригодность цифровых устройств, встроенный и внешний контроль, методы и средства контроля и диагностики, сигнатурный анализ, эталонные сигнатуры, алгоритмы поиска неисправности.

Объекты исследования: Диагностика элементов систем передачи данных в условиях эксплуатации, методы встроенного контроля АПД и диагностики цифровых устройств на базе сигнатурного анализа.

Цель работы: Исследование и разработка эффективных методов контроля и диагностики элементов систем передачи данных.

Методы исследования: При решении поставленных задач использовались аналитические и программные методы исследования, включая разработанные модели и методики с последующей обработкой и анализом полученных результатов. Аналитические методы базировались на теории вероятностей, теории графов, теории надежности, теории алгебры логики, методах машинного моделирования.

Полученные результаты и их новизна: Каскадная модель источника ошибок дискретного канала и стратегия диагностики и восстановления работоспособности элементов СПД. Математическая модель средств встроенного контроля элементов СПД без и с самоконтролем и оценка величины их эффективного объема. Методики оценки достоверности контроля и расчета эталонных сигнатур. Алгоритмы поиска неисправностей, при использовании сигнатурного анализа, минимизирующие время поиска. Имитационная модель для оценки достоверности методов компактного тестирования и формирования эталонных сигнатур.

Практическая значимость: Разработанные методики, алгоритмы и программы рекомендованы для практического использования при разработке контрольно-диагностического обеспечения на стадии эксплуатации элементов СПД.

Степень внедрения и экономическая эффективность: Результаты диссертационной работы внедрены в АК «Узбектелеком». Теоретические и практические результаты работы используются в учебном процессе ТУИТ по направлению образования «Телекоммуникации» и специализации 5А5222205 – «Сети связи и системы управления».

Область применения: Предложенные методики, алгоритмы и программы могут найти широкое применение при эксплуатации систем передачи данных, при разработке контрольно-диагностического обеспечения цифровых систем и устройств телекоммуникационного оборудования.

REZUME

of thesis by Djabbarov Shukhrat Yuldashevich titled «The Methods of Technical Diagnostic of Data Transmission Systems' Elements» on the scientific degree competition of the doctor of sciences (philosophy) in technical on specialty 05.12.02 – «Systems and devices of Information Transmission via communication channels».

Key words: Data transmission systems, transmission systems reliability, control availability of digital devices, integrated and external control, methods and control means and diagnostics, signature analysis, index signatures, algorithms of faults tracing.

Subjects of the research: The diagnostics of data transmission systems' (DTS) elements under operation terms, methods of the control of DTA (data transmission apparatus) and diagnostics of digital devices on the base of signature analysis.

Purpose of work: Investigation and development of effective control methods and diagnostic of data transmission systems' elements.

Method of research: On solving of given problems analytical and program methods of investigation have been used, including elaborated models and methodic with following processing and analyses of the received results. Analytical methods were based on probability theory, flow – chart theory, reliability theory, algebra logic theory, machine modeling theory.

The results obtained and their novelty: The cascade model of error source of discreet channel and the strategy of diagnostics and restoring the efficiency of DTS elements. The mathematic model of embedded control over DTS elements with and without self control and evaluation of volumes value and efficiency. Evaluation methodic of sample signatures reliability and calculation. The algorithms of despairs detection at signature analysis application, minimizing the time of search. An imitation model for evaluating the methods of compact testing and sample signatures shaping.

Practical value: The elaborated methodic, algorithms and programs are recommended for practical use at designing of control – diagnostic provision at the stage of operation of data transmission systems.

Degree of embed and economic effectivity: The results of dissertation work have been adopted in AK «Uzbektelecom». The theoretical and practical results have been used at TUIT on «Telecommunications» specialty and 5A522205 - «Communication networks and control systems» specialty.

Field of application: The proposed methodic, algorithms and programs could be widely used at operation of data transmission systems, development of control – diagnostic supply of digital systems and devices of telecommunication equipment.