



МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

*Региональный форум по развитию
МСЭ-D для региона Европы и СНГ
«Сети последующего поколения
(NGN) и широкополосная связь,
возможности и задачи»*

г. Кишинёв, Республика Молдова

24 – 26 августа 2009 г.

ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ МОЛДОВЫ

*Факультет Радиоэлектроники
и Телекоммуникаций*

**МЕТОДЫ АНАЛИЗА И
ПОВЫШЕНИЯ НАДЁЖНОСТИ
NGN (Next Generation Networks)**

АВТОРЫ:

*Язловецки Мария – магистр, лектор ассистент Кафедры
Оптоэлектронных Систем*

*Нистирюк Павел – кандидат технических наук, заведующий
Кафедрой Оптоэлектронных Систем*

Введение

Современное развитие телекоммуникационных технологий характеризуется повышением требований к качеству предоставляемых услуг связи QoS (Quality of Service), определяя, тем самым, основные направления конкурентной борьбы операторов сетей связи.

В настоящее время, для обеспечения гарантированного качества обслуживания QoS были разработаны методики анализа функционирования сетей NGN на основе аппарата полумарковских процессов.

Контроль и диагностирование различных сетевых аспектов NGN (Next Generation Networks) осуществляется путем использования системы мониторинга в сочетании с минимизацией числа точек контроля для диагностирования.

Обеспечение диагностирования элементов сетей связи NGN по средствам минимизации числа контрольных точек

Задача сокращения числа точек с целью уменьшения общего времени диагностирования и упрощения аппаратуры контроля – одна из актуальных задач технического диагностирования сетей связи NGN.

При решении соответствующей задачи учитываются следующие моменты:

- Диагностируемое устройство сети NGN может быть разбито на блоки;*
- Входные и выходные сигналы каждого блока принимают определенное множество значений, которое делится на подмножества допустимых и недопустимых значений;*
- В любой момент времени может быть исправным только один блок.*

**Обеспечение диагностирования элементов сетей связи NGN
по средствам минимизации числа контрольных точек**

Задача минимизации точек решается в два этапа:

- *Определяется минимальное число точек контроля, сигналы которых наряду с сигналами выходных полюсов при подаче их на вход устройства диагностирования обеспечивают обнаружение всех неисправностей.*
- *Минимизируется число точек контроля, сигналы которых требуются для диагностирования каждой неисправности.*

**Обеспечение диагностирования элементов сетей связи NGN
по средствам минимизации числа контрольных точек**

Строится матрица размерности $n \times n$ (n – число блоков устройств сети NGN), элементы которой a_{ij} определяются следующим образом:

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если выход } i\text{-го блока подается на вход } j\text{-го блока} \\ 0, & \text{в противном случае, } i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, n. \end{cases}$$

Матрица **A** является исходной информацией для синтеза устройства диагностирования.

По этой матрице строится матрица **B**, элементы которой указывают, на выходе каких блоков изменится сигнал при неисправности одного из блоков, т.е.,

$$b_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если неисправ. } i\text{-го бл. изменит вых. сигнал } j\text{-го бл.} \\ 0, & \text{в противном случае, } i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, n. \end{cases}$$

Обеспечение диагностирования элементов сетей связи NGN

по средствам минимизации числа контрольных точек

В дальнейшем выполняются следующие процедуры:

- ♦ *Выделяются обязательные для проверки выходы, в число которых входят свободные внешние выходы и неразветвляющиеся выходы блоков;*
- ♦ *Вычеркиваются в матрице неисправностей **B** строки, соответствующие неисправностям выходных блоков;*
- ♦ *Отмечаются в матрице **B** столбцы, соответствующие обязательным выходам;*
- ♦ *Сравниваются строки (просматриваются только отмеченные столбцы и выписываются все пары блоков, неисправности которых неотличимы одна от другой на обязательных выходах). Записывается для каждой такой пары дизъюнкция номеров выходов, на которых они отличимые;*
- ♦ *Записываются произведения обязательных выходов и дизъюнкций. Выполнив умножение, выбирается конъюнкция минимальной длины. Номера блоков, вошедшие в конъюнкцию минимальной длины **D_{min}**, укажут точки контроля, сигналы которых должны быть поданы на вход устройства диагностирования.*

Анализ функционирования сетей NGN на основе аппарата полумарковских процессов с точки зрения обеспечения гарантированного качества обслуживания QoS

Расчет показателей сети NGN с помощью ПМ процессов осуществляется согласно следующему алгоритму.

- ♦ *Во-первых, описывается множество возможных состояний **E** сети NGN. Пусть работоспособность сети характеризуется **N** уровнями снижения эффективности. Тогда множества состояний, в котором может находиться сеть, разбивается на классы состояний, соответствующие определенному уровню снижения эффективности*

$$E = \bigcup_{i=0}^N E_i ;$$

***E₀** – множество полностью работоспособных состояний;*

***E_k** (**k** = 1, ... **N** - 1) – множество состояний частичного отказа, соответствующих **k** - му снижению эффективности; **E_N** - состояние полного отказа сети.*

Анализ функционирования сетей NGN на основе аппарата полумарковских процессов с точки зрения обеспечения гарантированного качества обслуживания QoS

- Во-вторых, строится граф возможных переходов в сети, которые могут осуществляться только между состояниями одного класса и в состояниях смежных классов. На этом шаге для каждого состояния $j \in E$ определяется множество состояний сети, в которое возможен переход с положительной вероятностью.
- В третьих, на множестве состояний E формируется ПМ матрица, описывающая функционирование сети.
- В четвертых, вычитываются показатели QoS исследуемой сети и при необходимости пути повышения QoS.

Анализ функционирования сетей NGN на основе аппарата полумарковских процессов с точки зрения обеспечения гарантированного качества обслуживания QoS

Фазовое пространство E исследуемой сети S представляет собой совокупность конечного числа непересекающих классов $E = \bigcup_{r \in R} E_r$

(R – некоторое параметрическое множество). Состояния каждого из классов E_r , $r \in R$, объединяют в одно $\dot{E}_r = r$, $r \in R$. В новом укрупненном фазовом пространстве $\dot{E} = R$ строится укрупненная сеть \dot{S} , функционирование которой упрощено, но в определенном смысле достаточно описывает функционирование исходной реальной сети S .

Укрупненная сеть существенно проще исходной сети, так как совокупность фазовых состояний реальной системы соответствует одному состоянию укрупненной, а многообразия связей между классами укрупняется во взаимосвязь укрупненных состояний.

Выводы

- 1. Задача сокращения числа точек с целью уменьшения общего времени диагностирования и упрощения аппаратуры контроля – одна из актуальных задач технического диагностирования сетей связи NGN.*

Системы мониторинга NGN сетей на основе предложенного алгоритма позволяют с большой точностью определить с выхода каких элементов сети NGN необходимо иметь информацию для диагностирования каждого ее элемента.

Выводы

- 2. В настоящее время не прекращаются поиски аналитических методов, позволяющих получать более точные оценки показателей и вероятно-временных характеристик сложных сетей при приемлемых затратах труда и времени.*

Этим требованиям в значительной мере отвечают ПМ процессы, которые широко стали применяться в инженерных задачах и зарекомендовали себя как достаточно мощное средство при исследованиях такого рода.

Одновременно, метод фазового укрупнения сложных сетей NGN предполагает при необходимости возможность иерархии укрупнения. Таким образом, может быть построена иерархия укрупненных сетей NGN, более или менее детально описывающих функционирование исходной сети NGN.

