



УДК 621.397

ВЕРОЯТНОСТНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СИСТЕМОЙ

А.Е. МАРЧЕНКОВ
В.Л. САФОНОВ
С.Н. ТРУБИЦИН

ОАО «НИИВК
им. М.А.Карцева»,
г. Москва

e-mail: chel36@yandex.ru

Изложены научно-технические материалы по организации системы адаптивного управления мультисервисной системой на принципах вероятностной организации.

Ключевые слова: вероятностная организация системы адаптивного управления, мультисервисная сеть NGN, softswitch, центр организации управления работоспособности сети, адаптивные алгоритмы.

На сегодняшний день автоматические системы управления строятся, в основном, на базе аппарата классической математики – теории автоматического регулирования, численных методов и т.д. При таком подходе возникает необходимость разработки точной математической модели объекта управления с учетом таких трудно формализуемых условий, как нелинейность и изменчивость свойств объекта в процессе функционирования. Процесс построения подобной модели для сложного объекта занимает значительное время, в течение которого задача может потерять свою актуальность. Чтобы избежать описанных проблем, разработчики все чаще начинают обращаться к «интеллектуальным» методам управления, которые строятся не на априорных математических моделях объектов, а эмпирических «знаниях» функционирования. При таком подходе система управления способна приспосабливаться к изменчивым условиям внешней среды, изменяя соответствующие методы управления.

На основании вышеизложенного подхода в настоящее время развивается один из такого рода методов – метод автономного адаптивного управления (ААУ) (рис.1), на основе которого можно строить самообучающиеся системы управления, удовлетворяющие описанному в нее объектом управления (ОУ) представляет собой замкнутую систему с эмпирически неизвестной внутренней организацией и законами функционирования. Управляющая система (УС) взаимодействует с внешней средой посредством датчиков и актуаторов, которые являются для УС частью внешней среды. Сенсоры и актуаторы должны обеспечивать наблюдаемость и управляемость ОУ. Система ААУ в процессе работы совмещает две целевые функции: поддержание ОУ в оптимальных для него условиях и накопление знаний о внешней среде. Зачастую эти задачи противоречивы, так как поиск и накопление новых знаний подразумевает определенную долю риска для ОУ со стороны внешней среды. Способность поддержания баланса между указанными функциями определяет уровень приспособленности ОУ к конкретной внешней среде. Критерий оптимальности описывается создателем ОУ на основе априорных знаний, либо выводится эмпирически, учитывающих выживаемость ОУ в данной среде. Если в процессе работы среда изменит некоторые свои параметры, УС способна адаптироваться, т.е. вновь отыскать оптимальный набор законов управления.

УС состоит из набора взаимосвязанных подсистем, которые выполняют функции формирования и распознавания образов, их оценки, накопления знаний и принятия решения. Весь этот процесс в комплексе обеспечивает автономное адаптивное управление. Каждый такт УС получает сведения о внешней среде от блока сенсоров, анализирует, оценивает и накапливает информацию – знания, после чего производит выбор управляющего воздействия, опираясь на полученные ранее знания. Принятое решение реализуется блоком актуаторов (рис 2).

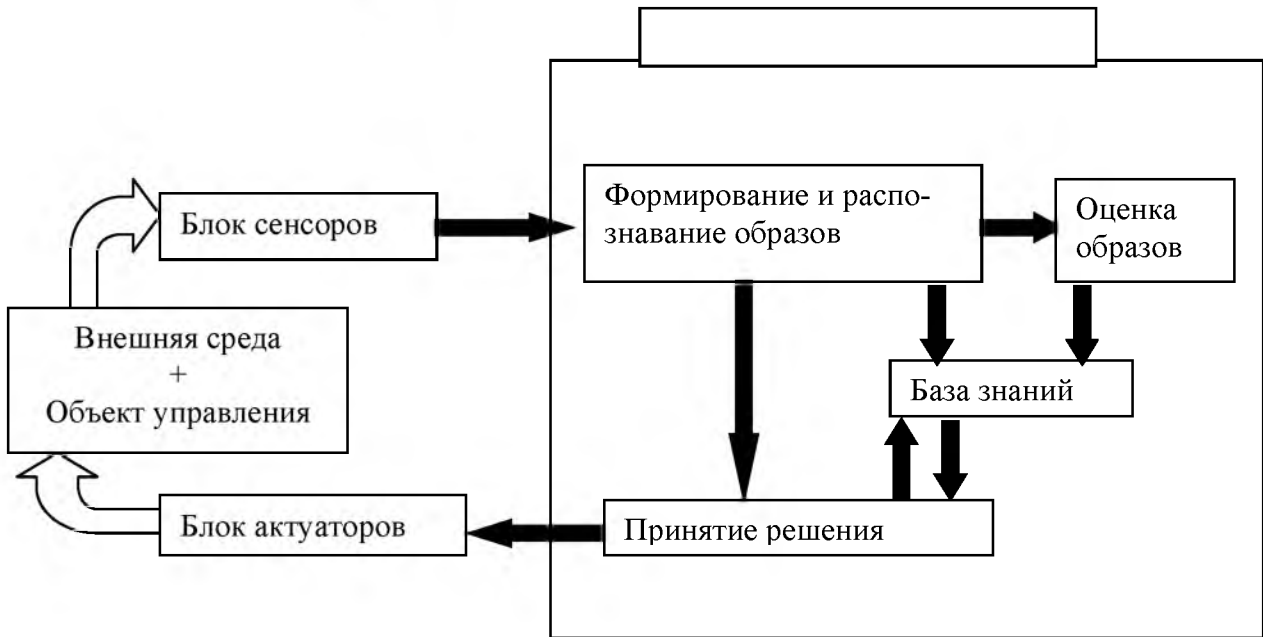


Рис. 1. Структура работы системы автономного адаптивного управления

В блоке сенсоров формируется вектор, в котором содержится вся информация, полученная от сенсоров в текущий момент времени. Далее, вектор сигналов поступает в подсистему формирования и распознавания образов (ФРО), обладающей своей памятью. ФРО анализирует вектор и, в случае выявления закономерного повторения одной и той же комбинации его компонент вектора сигнала, она распознает уже сформированный образ и присваивает ему идентификационный номер. В следующий раз, когда ФРО получит ту же (или схожую) комбинацию компонент вектора сигнала, она распознает уже сформированный образ. Стоит заметить, что один вектор может содержать в себе несколько различных образов. Набор распознанных в дискретный момент образов формирует состояние ОУ. Блок аппарата эмоций образов разбивает текущее состояние на набор составных образов, производит их оценку и суммирует полученные результаты. В итоге, на выход подсистемы поступает оценка состояния в целом. Текущее состояние также поступает в подсистему принятия решения, которая обращается к базе знаний и выбирает действие, которое будет воспроизведено в блоке актуаторов путем воздействия на объект управления. Состояние, его оценка, а также произведенное действие передаются в базу знаний, которая накапливает и упорядочивает полученные знания.

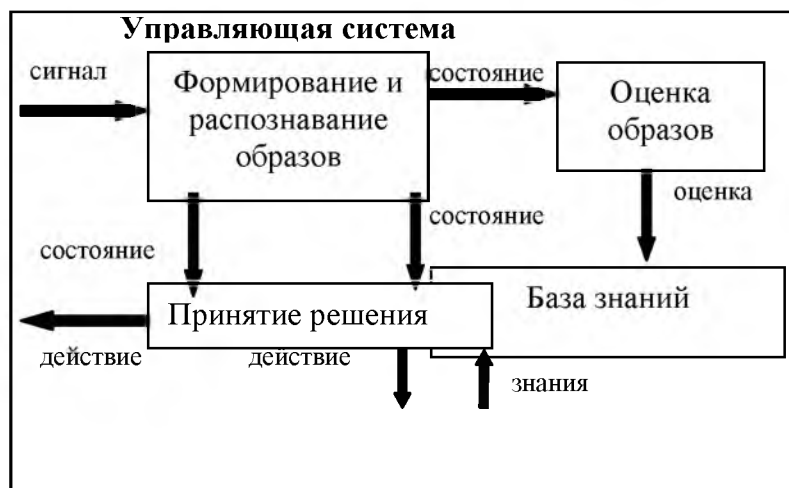


Рис. 2. Внутренняя организация управляющей системы



Метод ААУ позволяет внедрять в УС как детермированные, так и вероятностные подсистемы, если того требует задача. Теоретически возможен полный переход от детермированной системы ААУ к вероятностной системы управления, каждая подсистема которой будет вероятностной(рис. 2):

1) подсистема формирования и распознавания образов выдает на выходе массив вероятностей принадлежности рассматриваемого в данный момент образа к известным классам;

2) подсистема оценки образов формирует на выходе для каждого поступающего образа вероятностное распределение эмоциональных оценок;

3) база знаний хранит набор троек состояние – действие – результат, сопоставляя каждой из них вероятность перехода;

4) подсистема принятия решения осуществляет выбор действия из конкретного состояния, основываясь на вероятностной модели, использующей информацию базы знаний.

Проведенные нами исследования показали эффективность применения вероятностного подхода к построению системы адаптивного управления для системы управления интегрированной телекоммуникационной компанией реализующей концепцию сети нового поколения NGN.

Softswitch, это устройство управления сетью NGN, призванное отделить функции управления соединениями от функций коммутации, способное обслуживать большое число абонентов и взаимодействовать с серверами приложений, поддерживая открытые стандарты.

Softswch в составе сети общего пользования показан на рис. 3.

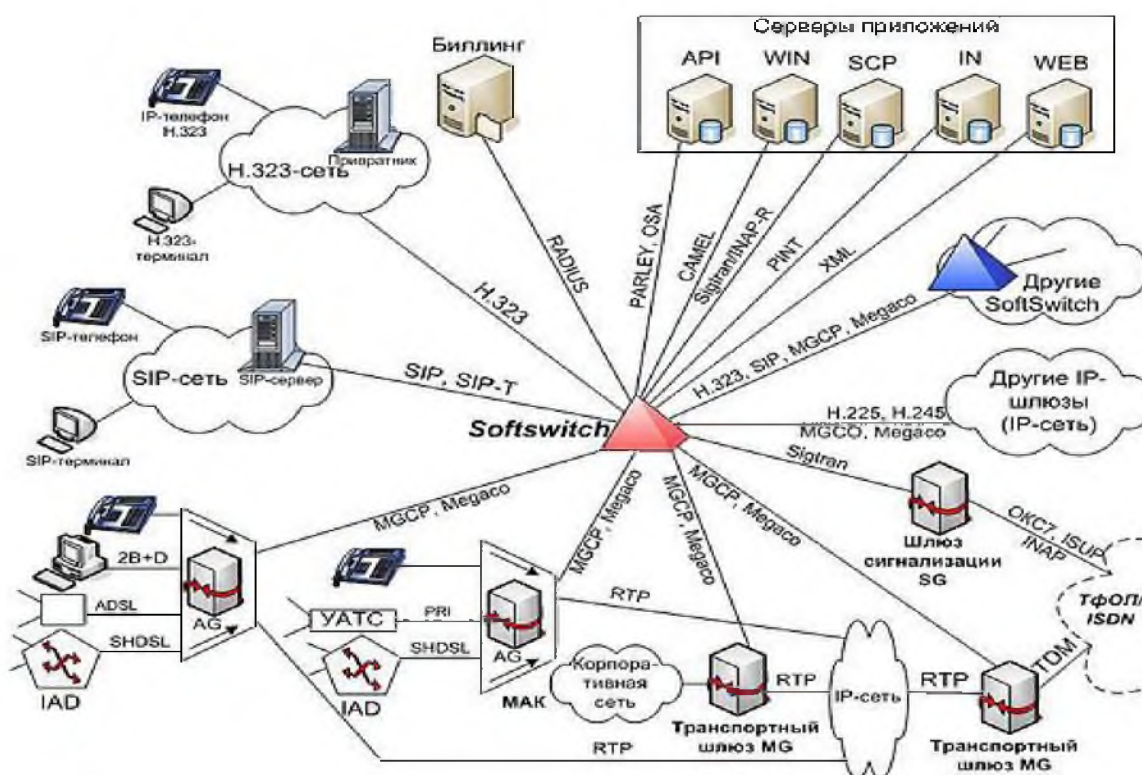


Рис. 3. Softswitch в составе сети общего пользования

Архитектура Softswitch предусматривает четыре функциональные плоскости применения:

- транспортная плоскость — отвечает за транспортировку сообщений по сети связи. Включает в себя Домен IP-транспортировки, Домен взаимодействия и Домен доступа, отличного от IP.

- плоскость управления обслуживанием вызова и сигнализации — управляет основными элементами сети IP-телефонии. Включает в себя контроллер медиап्लузов, Call Agent, Gatekeeper.
- плоскость услуг и приложений — реализует управление услугами в сети. Содержит серверы приложений и серверы ДВО.
- плоскость эксплуатационного управления — поддерживает функции активизации абонентов и услуг, техобслуживания, биллинга и другие эксплуатационные задачи.

В рамках указанных плоскостей в статье рассматриваются только вопросы мониторинга и эксплуатационная управляемость сети.

На вышеизложенных принципах вероятностной организации системы автономного адаптивного управления может быть построена модель технология адаптивной обработки информации центра мониторинга и управления (ЦУС) интегрированной структуры NGN.

Ключевым моментом синтеза информационных технологий для оперативного управления трафиком в цифровой сети является применение разработанных алгоритмов для коррекции маршрутных таблиц и оптимизации дополнительных управляющих воздействий через оператора дежурной смены Центра Управления (входят SoftSwitch).

На рис.4 представлена схема организации мониторинга работоспособности мультисервисных сетей для ведомственной информационной системы. От каждой ведомственной сети организован канал связи к серверу мониторинга. Сервер мониторинга с заданной периодичностью опрашивает состояние сетевых узлов и каналов связи и фиксирует изменения в их состоянии, за счет чего обеспечиваются минимальные перерывы в работе системы. Кроме того, система мониторинга позволяет зафиксировать случаи несанкционированного доступа к служебным каналам и предпринять меры по их устранению. Данная система реализует вероятностную систему адаптивного управления сетью.

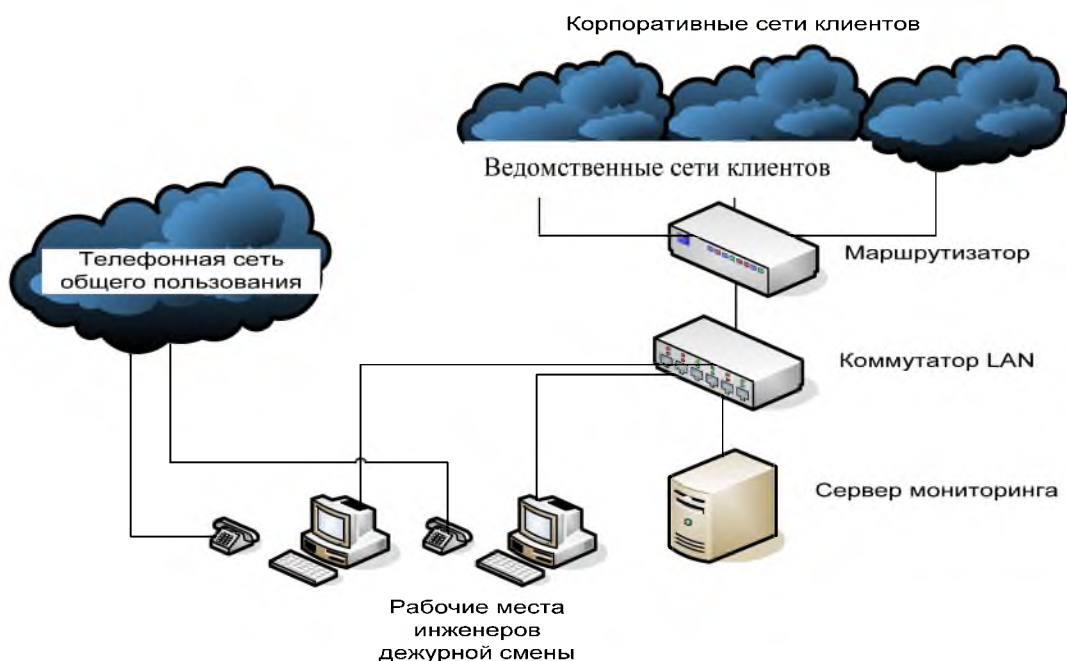


Рис. 4. Схемы организации мониторинга работоспособности региональной сети

Сложность и чрезвычайно высокая размерность современных мультисервисных сетей связи (МСС) определяют многочисленные особенности, характеризующие процедуры мониторинга основных параметров сети, используемых при организации управления.

В целом задачи мониторинга МСС существенно шире, чем просто оценка некоторых параметров, характеризующих функционирование многочисленных телекоммуникационных сетей, входящих в ее состав. К задачам мониторинга необходимо отнести и анализ качества функционирования сети.



Анализ качества функционирования МСС существенно шире, чем просто оценка некоторых параметров, характеризующих функционирование многочисленных телекоммуникационных сетей, входящих в ее состав. К задачам мониторинга необходимо отнести и анализ качества функционирования сети. Анализ качества функционирования МСС с учетом множества действующих факторов может быть проведен на основе учета апостериорных данных, т.е. данных, получаемых в процессе эксплуатации сети. Апостериорные данные, необходимые для анализа и использования при управлении, могут быть получены путем измерения характеристик сети. Используя наблюдаемые реализации процессов, можно вычислить показатели качества. Эти показатели будут являться условными величинами, справедливыми только для полученных реализаций процессов. Условные показатели качества характеризуют свойства МСС в данных конкретных условиях ее функционирования. Получение условных (апостериорных) показателей качества позволяет определить влияние различных факторов на работу МСС, а также строить управление процессами ее функционирования и эксплуатации. Управление функционированием системы заключается в выработке управляющих воздействий на систему управления, обеспечивающих приемлемые значения показателей качества.

На основании собранной статистики по параметрам и неисправностям персонал управления принимает решение на замену оборудования или организацию новых каналов связи, на рис. 5 показан джиттер в реальном масштабе времени. В области телекоммуникаций джиттером называется первая производная задержки прохождения данных по времени.

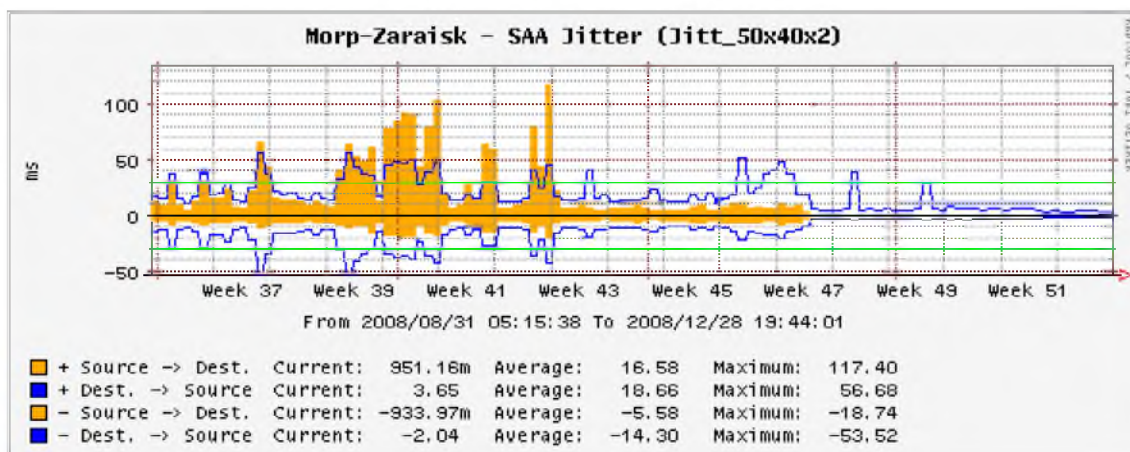


Рис. 5. Джиттер в реальном канале связи

Во многих случаях измерение необходимых характеристик МСС не может быть произведено непосредственно, т.к. наблюдению часто доступны параметры, связанные тем или иным образом с измеряемыми характеристиками. Процесс измерения в этом случае носит косвенный характер, т.е. по наблюдаемым параметрам требуется получить оценки величин, определенным образом связанных с наблюдаемым параметром. Отсюда следует, что для построения процедуры измерения необходимо знать структуру зависимости наблюдаемого параметра от измеряемой характеристики, в т.ч. корреляционные связи.

Косвенная зависимость наблюдаемого параметра от измеряемой характеристики МСС и влияние помех и ошибок измерения приводят к необходимости разработки процедур получения оценки характеристик, т.е. разработки методов и алгоритмов обработки наблюдаемого параметра. Естественно необходимо, чтобы эти методы и алгоритмы были в определенном смысле наилучшими, т.е. оптимальными по некоторому показателю качества.

Методы реализации мониторинга при управлении мультисервисными сетями включает в себя ряд аппаратно – программных средств позволяющих осуществлять мониторинг состояния сети со сбором данных из сети, измерение трафика, вычисление параметров и обнаружение аномалий.

На рис. 6. Приведена функциональная архитектура блока управления трафиком центра организации управления и мониторинга работоспособности мультисервисной сети (ЦУС).



Рис. 6. Функциональная архитектура мультисервисной сети

При создании ЦУС была поставлена и решена задача создания сложной многоуровневой модели, включающей имитационную модель ведомственной сети с учетом ее специфики и функционирования, а также адаптивные алгоритмы динамического управления сетью использующие как имитационную, так и аналитическую модель интегрированной сети. На блок-схеме (рис. 6) представлена модель функционирования системы управления, включающая в себя модуль сбора данных из сети, модули вычисления параметров и обнаружения аварийных ситуаций, модули контроля трафика и статистики. Для сбора статистики по занятости каналов используется опрос устройств с помощью протокола SNMP, измеренные значения сравниваются с заложенными пороговыми значениями характеристик каналов. Для передачи данных между модулями и сохранения используется база данных, поддерживающая запросы.

При обнаружении несанкционированных действий система оповещает о них оператора, который принимает действия предписанные регламентом работ. При возникновении нештатной ситуации, при которой система сама может восстановить работоспособность сети, она делает это с использованием адаптивных алгоритмов.

Адаптивные алгоритмы центра организации мониторинга и управления работоспособности мультисервисной информационной сети устроены как рекуррентные процедуры, осуществляющие поиск в конечном пространстве ведомственного регионального информационного пространства на основе статистических оценок. Выбор адаптивных алгоритмов обосновывается необходимостью быстрого реагирования на изменения условий и обстоятельств функционирования региональной сети (возникновение неисправностей, структурной перестройки сети, замена телекоммуникационного оборудования). При этом должны выполняться требования:

- адаптивность – используется оперативная информация, полученная в ходе взаимодействия с ведомственными клиентами;
- эффективность – время адаптации, т.е. время до осуществления оптимизации по выбранному критерию качества должно быть минимальным;



➤ универсальность – алгоритмы должны быть применимы к широкому классу объектов разнообразной физической природы, допускать локальное распределенное и децентрализованное использование.

Адаптивные методы применимы к сетям передачи пакетных данных, каковыми являются ведомственные региональные сети.

В качестве адаптивных алгоритмов в мультисервисных сетях используются протоколы динамической маршрутизации RIPv2 и OSPF. Как тот, так и другой протоколы реализованы в программном обеспечении центральных маршрутизаторов сетей. Часть периферийного оборудования поддерживает только протокол RIPv2, как наиболее легкий в реализации. Протокол OSPF обладает лучшими характеристиками на больших сетях. Использование обоих протоколов позволяют соблюсти баланс между эффективностью сети и возможностью использования широкого спектра оборудования.

Открытый протокол, базирующийся на алгоритме поиска наикратчайшего пути (Open Shortest Path First – OSPF) является протоколом маршрутизации, разработанным для сетей IP рабочей группой Internet Engineering Task Force (IETF), занимающейся разработкой протоколов для внутрисистемных роутеров (interior gateway protocol – IGP).

В процессе работы обоих протоколов маршрутизаторы в сети осуществляют оперативный обмен информацией с соседними маршрутизаторами. Таким образом, обеспечивается требование адаптивности.

Эффективность заключается в том, что оба протокола обладают сходимостью, т.е. при возникновении изменения в сети информация об этом изменении распространяется по сети и на всех маршрутизаторах вычисляются новые согласованные друг с другом таблицы маршрутизации за конечное время.

Универсальность заключается в том, что применение данных протоколов позволило построить гетерогенную сеть на основе оборудования разных производителей.

Применение динамических протоколов маршрутизации позволяет автоматически задействовать резервные каналы без вмешательства персонала центра управления региональными сетями. Тем не менее, любая, неисправность основных или резервных каналов фиксируется системой мониторинга. Информация об этих неисправностях немедленно передается операторам дежурной смены. Операторы принимают меры для выявления причин неисправности и устранения самой неисправности.

На основании собранной статистики по неисправностям персонал центра управления мультисервисной сети принимает решение на замену оборудования или организацию новых каналов связи.

Таким образом, в системе управления мультисервисными сетями присутствуют три контура мониторинга и управления с разными масштабами времени. В первом контуре (масштаб – десятки секунд) вся работа целиком ложится на динамические протоколы маршрутизации. Маршрутизаторы периодически (при использовании RIPv2 – раз в 30 сек., при OSPF – 10 сек) контролируют состояние каналов к своим соседям. Если какой-то из каналов пропал, то маршрутизаторы автоматически перестраивают свои маршрутные таблицы. Во втором контуре (масштаб – минуты) автоматизированная система управления обеспечивает мониторинг объектов сети с периодами от 1 до 5 минут и уведомляет операторов дежурной смены об обнаруженных неполадках. Основная масса неисправностей требует взаимодействия дежурной смены с техническими службами других операторов. В зависимости от сложности неисправности время восстановления может быть от 15 минут до нескольких часов. Третий контур (масштаб – недели и месяцы) включает в себя сбор статистической информации о состоянии сети с помощью автоматической системы управления и действия персонала центра управления, такие как: общий анализ состояния сети, принятие решения на изменение отдельных участков сети, проектирование этих изменений и планирование работ по их реализации, в том числе по анализу структурной надежности по наложенной информационной сети.

Выводы.

1. В статье предложена методика вероятной организации системы автономного адаптивного управления и на ее основе может быть разработаны алгоритмы и технология адаптивной обработки информации центра мониторинга и управления мультисервисной структурой NGN



2. Предложенные в статье методы и технологии адаптивной обработки информации могут быть использованы для нахождения оптимальных системотехнических и программно-аппаратных решений при разработке центра мониторинга и управления для инфокоммуникационных систем регионального уровня, входящий в SoftSwitch сети NGN.

Литература

1. Концептуальные положения по мультисервисным сетям связи РФ. Руководящий документ Минсвязи и информатики РФ. М. 2001

2. Жданов А.А. Вероятностная организация систем автономного адаптивного управления (статья). // Радиоэлектронная промышленность России, Москва 2010, С. 245-247.

3. Марченков А.Е., Трубицин С.Н., Чудинов С.М. Методы и технологии адаптивной обработки информации центров управления регионального уровня связи//«Научные ведомости БелГУ» № 1(120) выпуск 21/1, раздел информационно-коммуникационные технологии, Белгород, 2012г. С.190-196.

4. Тютин Н.Н., Чудинов С.М. Подходы по использованию методов системного анализа для решения задач при формировании структуры электронного правительства региона (статья) М.: Вестник МАРТИТ, № 1, 2007, стр. 69-79.

5. Буренин А.Н. О моделях и методах мониторинга при управлении современными мультисервисными сетями связи.// Вопросы радиоэлектроники выпуск 2, Москва 2012, стр.84-91.

LIKELIHOOD ORGANIZATION OF SYSTEMS OF ADAPTIVE MANAGEMENT OF MULTISERVICE SYSTEM

A.E.MARCHENKOV
V.I. SAFONOV
S.N. TRUBITSIN

*ОАО «НИИВК
им. М.А. Картзева», Moscow*

e-mail: chel36@yandex.ru

Scientific and technical materials on the organization of system of adaptive management by multiservice system on principles of the likelihood organization are stated.

Key words: likelihood organization of system of adaptive management, multiservice network NGN, softswitch, center of the organization of management of operability of a network, adaptive algorithms.