



---

# ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

---

УДК 621.397

## МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ АДАПТИВНОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ ЦЕНТРОВ УПРАВЛЕНИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО УРОВНЯ СВЯЗИ

**А.Е. МАРЧЕНКОВ<sup>1</sup>**  
**С.Н. ТРУБИЦИН<sup>2</sup>**  
**С.М. ЧУДИНОВ<sup>3</sup>**

*<sup>1)Московская академия рынка труда  
и информационных технологий</sup>*

*<sup>2)Департамент экономического развития  
Белгородской области</sup>*

*e-mail:tsn0866@yandex.ru*

*<sup>3)ОАО «НИИ СуперЭВМ», г. Москва</sup>*

*e-mail: chudinov@super-computer.ru*

---

В статье рассмотрены методы и технологии адаптивной обработки информации мультисервисной сети NGN регионального уровня с использованием средств мониторинга и управления сетью.

Ключевые слова: сети нового поколения, мультисервисная сеть NGN, технология ATM, центр организации управления работоспособности сети, адаптивные алгоритмы.

---

### **Основное направление развития региональной сети по концепции NGN**

Постоянно увеличивающийся в мире поток информации, рост которого затрагивает как объём, так и количество используемых сервисов, предъявляет растущие требования к инфокоммуникационной среде. Идея собрать воедино и объединить в единую полнофункциональную систему все существующие виды инфокоммуникационных сетей и создать таким образом единую мультисервисную сеть, способную предоставлять весь спектр услуг, казалась весьма соблазнительной. Предполагалось, что такая сеть окажется способной аккумулировать постоянно возникающие новые услуги, будет совместима со всеми видами устройств и сетей доступа и при этом будет функционировать с использованием единой системы управления и контроля, а также единой системы тарификации и биллинга.

Современные проблемы создания единой мультисервисной сети для обеспечения всех основных услуг при развитии современного информационного общества в России, предшествующие технологии, которые были призваны стать максимально широкими по спектру своих возможностей. Анализ требования к современным сетям и определяет направление создания универсальной сети путем интеграции существующих сетей (основанных на различных технологиях) на базе единой системы межпротокольной конверсии и управления сетью. При этом необходимо включить в единую сеть все существ-

вующие сети стандарта ATM, обеспечить эффективность перевода из одного протокола в другой на границах этих сетей и управления из единого центра. В идеале для пользователя такой вариант будет эквивалентен созданию единой сети на базе единой технологии. Практически удается выполнить все требования к сети ATM, но с гораздо меньшими затратами.

Реализовать указанные решение признаны сети нового поколения New Generation Networks (NGN) с реализацией основных требований, стоящим перед операторами связи. Построение сети NGN показано на рис. 1.

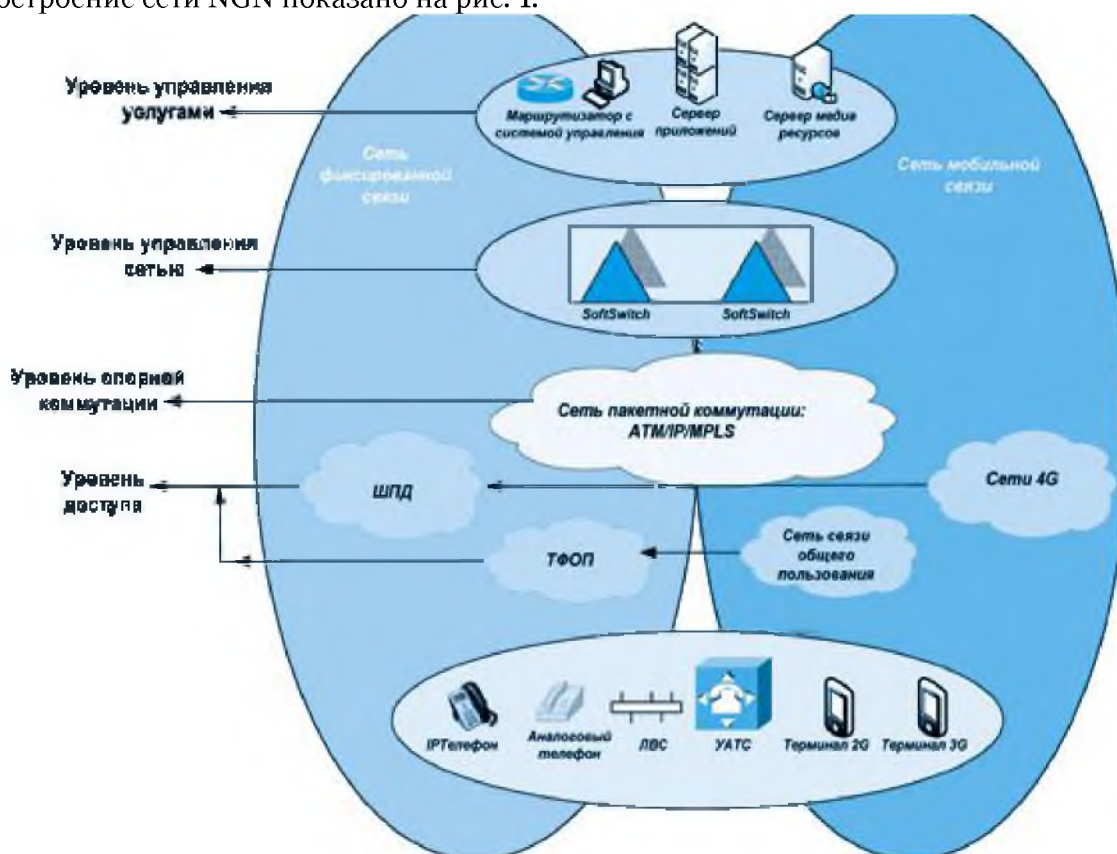


Рис. 1 Построение сети NGN

В настоящее время особое внимание уделено требованиям, возникающим при реализации ФЦП «Информационное общество (2011 – 2020 годы)», предполагающей создание в России единой информационной системы, поддерживающей предоставление населению широкой гаммы услуг, обеспечивающих упрощение процедур взаимодействия общества и государства. Требования этой программы могут быть выполнены только сетью NGN. Рассмотрены основные аспекты реализации сети NGN в нашей стране, требования к построению сетевых элементов, а также необходимые мероприятия по сетевому взаимодействию. Отдельное внимание уделяется взаимному дополнению сетей NGN и сетей широкополосного доступа, что позволит рассчитывать на полноценное решение задач по развитию информационного общества в стране на региональном уровне.

Основными отличительными чертами этой сети NGN являются:

- использование коммутации пакетов;

- отделение функции управления соединением от среды передачи. Сеть NGN, как было сказано выше, включает в себя все существующие сети, использующие различные технологии, такие как Интернет, TDM (PDH/ SDH), MPLS, xDSL, WiMAX и (в будущем) LTE. При этом, однако, наибольший удельный вес имеет технология IP, то есть наибольшую часть трассы соединения данные проходят по IP сетям. Конкретно же происходит следующее: каждый раз, когда данные переходят из IP среды в другую среду, происходит кон-

вертация протокола. Например, на границе между IP сетью и сетью SDN данные преобразуются из формата IP в формат SDN, а когда участок SDN пройден и данные вновь попадают в сеть IP, происходит обратная конвертация. Но при этом, по какому бы участку трассы ни проходили данные, управление ими осуществляется так же, как если бы сеть была целиком построена на базе IP технологии и данные постоянно оставались бы в IP среде.

Таким образом, создаётся как бы виртуальная IP среда для сети, на самом деле состоящей из разнородных элементов (как на физическом, так и на протокольном уровне), что обеспечивает единый порядок управления сетью;

- возможность высокоскоростных соединений на уровне абонента (до 1 Гбит/с) и связанное с этим предоставление со- временных высокоскоростных сервисов, таких как голос поверх IP (VoIP), виртуальных частных сетей (VPN) для корпоративных абонентов, видео по требованию (VOD), Triple Play (голос, Интернет и телевидение из одной розетки), Metro Ethernet (широкополосные Ethernet сети масштаба мегаполиса). Программно-аппаратной платформой, позволяющей реализовать вышеперечисленные преимущества и собственно создающей сеть NGN как таковую, является так называемый софтверч, то есть специализированный коммутатор с программным управлением.

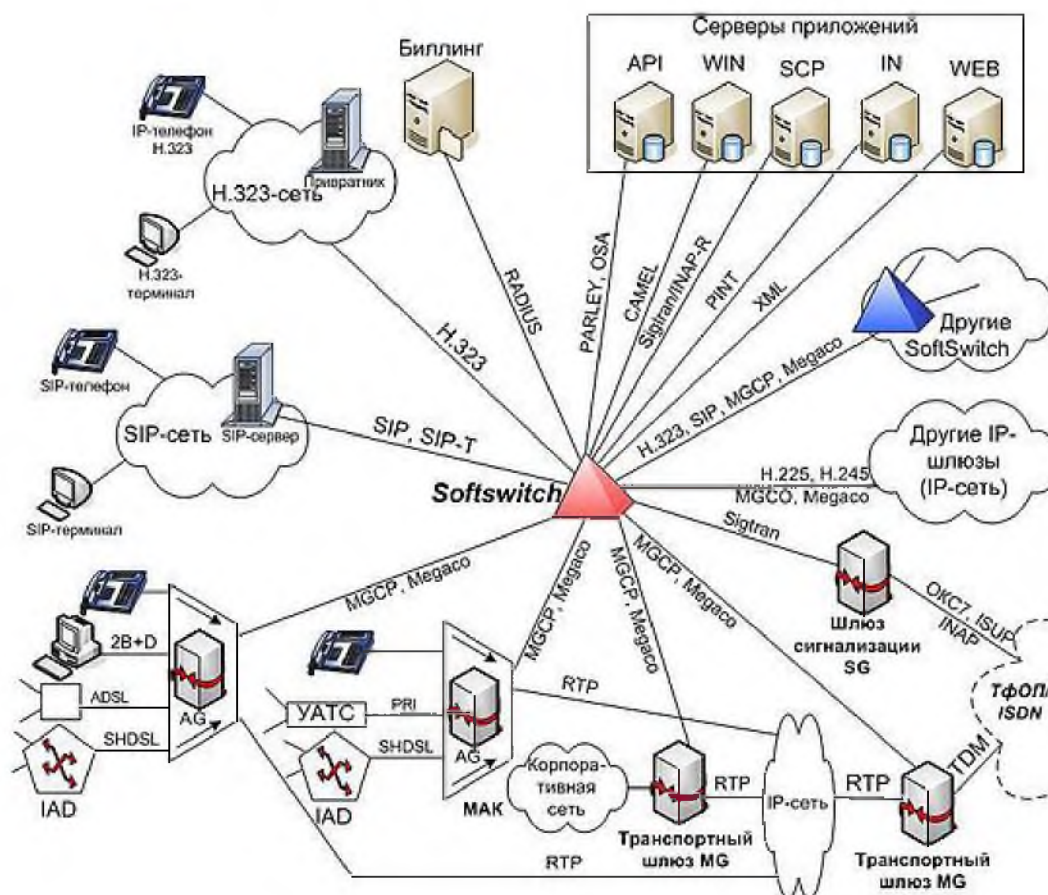


Рис. 2. Softswitch в составе Сети Связи Общего Пользователя

**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. **SoftSwitch** является носителем интеллектуальных возможностей **IP-сети**, он координирует управление обслуживанием вызовов, сигнализацию и функции, обеспечивающие установление соединения через одну или несколько сетей (рис. 2).

Именно он осуществляет преобразования протоколов при переходе данных из одной среды в другую, а также маршрутизацию и коммутацию трафика. Что касается аба-



нентской части, то она реализуется в виде пользовательского терминала NGN на базе ADSL модема или персонального компьютера, укомплектованного сетевой картой Ethernet 10/100 BaseT. Необходимо отметить, что реализация коммутации (а по сути, маршрутизации) трафика в сети NGN на базе софтверных коммутаторов естественным образом приводит к распределённому характеру системы управления сетью. Иначе говоря, в сети не существует «главного» софтверного коммутатора. Все софтверные коммутаторы функционально равноправны, и размер участка сети, маршрутизация в пределах которого осуществляется одним софтверным коммутатором, определяется объёмом и сложностью его программного обеспечения. Таким образом, по мере того как поток данных проходит по сети, он переходит из «зоны ответственности» одного софтверного коммутатора в «зону ответственности» другого, так что софтверные коммутаторы поочередно передают функцию маршрутизации и управления друг другу. Такая ситуация имеет как преимущества, так и недостатки. Недостаток состоит в том, что при распределённой системе управления маршрутизация в отдельных случаях будет иметь неоптимальный характер, ввиду отсутствия софтверного коммутатора, который бы «видел» всю сеть в целом. Достоинства же связаны с большой устойчивостью и надёжностью такой сети, так как выход из строя или некорректная работа отдельных софтверных коммутаторов не нарушают целостности сети и в случае аварии автоматически осуществляется перенаправление трафика по альтернативным трассам, то есть функции вышедшего из строя софтверного коммутатора берут на себя другие. Главным компонентом такой системы управления являются центры мониторинга и управления.

**Технологии адаптивной обработки информации центра мониторинга и управления региональной 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. 3 представлена схема организации мониторинга работоспособности региональных 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.

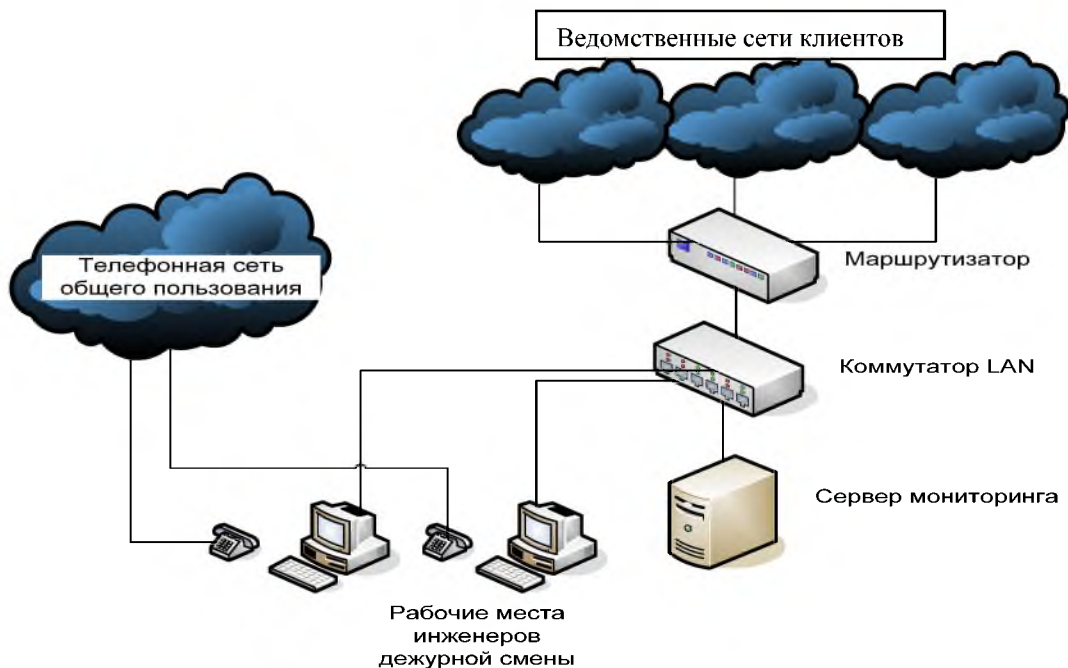


Рис. 3. Схемы организации мониторинга работоспособности региональной сети

Система мониторинга предназначена для постоянного контроля изменений состояний объектов мониторинга (рис. 4). Объектами мониторинга являются сетевые устройства, а так же отдельные порты на сетевых устройствах.

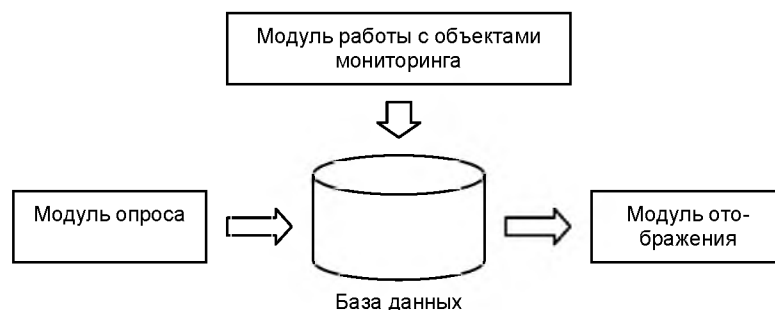


Рис. 4. Основные элементы системы мониторинга

Модуль работы с объектами мониторинга позволяет добавлять и удалять из системы объекты. Запускающийся периодически модуль опроса позволяет определить текущее состояние объектов.

Модуль отображения позволяет операторам получать отчеты по текущему состоянию всех объектов или по истории изменения состояния отдельных объектов.

На рис. 5. приведена функциональная архитектура блока управления трафиком центра организации управления и мониторинга работоспособности региональных сетей.



Рис. 5. Функциональная архитектура региональной 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 региональной сети. На блок-схеме (рис. 5) 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 региональной информационной сети УФС 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 региональных 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 региональных сетей принимает решение на замену оборудования или организацию новых каналов связи.



Таким образом, в системе управления региональными 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

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.

### Список литературы

1. Антонов С.В., Захаров В.Н., Коновалов М.Г., Соколов И.А., Шоргин С.Я. Информационные технологии моделирования и динамического управления в многоуровневых сетях коммутации каналов. М.: Научно-технические технологии, № 4. – 2003, 70-78 с.
2. Коновалов М.Г. Модели и технологии адаптивной обработки информации для частично наблюдаемых систем. М.: автореферат диссертации на правах рукописи, 2008 г., 39 с.
3. Соколов И.А., Антонов С.В., Захаров В.Н., Коновалов М.Г., Шоргин С.Я. Разработка математических методов оптимизации распределения потоков в многоуровневой сети коммутации каналов. М.: Обзорение прикладной и промышленной математики. – Т.9, Вып. 2, 2002, 452-453 с.
4. Тютин Н.Н., Чудинов С.М. Подходы по использованию методов системного анализа для решения задач при формировании структуры электронного правительства региона // Вестник МАРТИТ, № 1, 2007, с. 69-79.
5. Трубицин С.Н. Сети нового поколения – эффективный путь к построению информационного общества в РФ // Спецтехника, 2011, №4, с.2-9

## METHODS AND TECHNOLOGIES OF ADAPTIVE PROCESSING OF THE INFORMATION OF CONTROL CENTRES REGIONAL COMMUNICATION LEVEL

**A.E. MARCHENKOV<sup>1</sup>**  
**S.N. TRUBITSIN<sup>2</sup>**  
**S.M. CHUDINOV<sup>3</sup>**

<sup>1)</sup> *Moscow Academy of Labour Market and Information Technology*

<sup>2)</sup> *Department of Economic Development, Belgorod Region*  
*e-mail: tsno866@yandex.ru*

<sup>3)</sup> *ОАО «НИ SuperEVM», Moscow*  
*e-mail: chudinov@super-computer.ru*

The summary: In article methods and technologies of adaptive processing of the information of multiservice network NGN of regional level with use of means of monitoring and management of a network are considered.

Key words: networks of new generation, multiservice network NGN, technology ATM, the center of the organization of management of working capacity of a network, adaptive algorithms.