

А.Х. Султанов
В.Н. Акульшин
И.Л. Виноградова

*Методы повышения работоспособности сетей связи
с системой сигнализации ОКС № 7
в процессе эксплуатации*



Издательство «Радио и связь»
Москва 2006

ББК 32
УДК 681.7.068:621
М 54

М 54 **Методы повышения работоспособности сетей связи с системой сигнализации ОКС № 7 в процессе эксплуатации / А.Х. Султанов, В.Н. Акульшин, И.Л. Виноградова.** - М.: Радио и связь, 2006. - 278 с.

ISBN – 5-256-01794-2

Настоящая монография посвящена аспектам модернизации цифровых телекоммуникационных систем, находящихся в эксплуатации. Уделено значительное внимание синхронным системам передачи, построенным с использованием общеканальной системы сигнализации № 7. Описаны концепция, архитектура и функции ОКС № 7. Показано значительное влияние точности синхронизации в SDH-сети на отказоустойчивость ОКС № 7. Кратко представлены общие принципы построения и структурные подсистемы современной системы синхронизации в SDH, типы и параметры источников для неё, а также методы проектирования (выбора топологий, расчета параметров и т.д.) и эксплуатационные параметры.

Показана актуальность и предложен подход к математическому моделированию процесса приёма реального цифрового сигнала с учётом действия возмущающих факторов. Развита концепция имитационного моделирования процесса приёма реального цифрового сигнала с целью оценки и прогнозирования показателей работоспособности сети. Показана принципиальная необходимость в обеспечении повышенной надёжности для передачи служебных сигналов, рассмотрены пути решения поставленной задачи.

Приводимый теоретический материал значительно дополнен справочными данными по основным концепциям построения и внедрения сетей синхронизации и ОКС № 7 на ВСС РФ, в том числе ОКС №7 в цифровых системах коммутации. Книга представляет интерес для специалистов в области разработки и эксплуатации телекоммуникационных систем, а также может служить учебным и справочным пособием для аспирантов и студентов старших курсов, обучающихся по направлению «Телекоммуникации».

Ил. 86. Табл. 25. Библиогр.: 127 назв.

Рецензенты:

Поволжская государственная академия телекоммуникаций и информатики,
д-р техн. наук, профессор Карташевский В.Г.;

Сибирский государственный технический университет телекоммуникаций
и информатики, д-р техн. наук, профессор Попов Г.Н.

ISBN 5-256-01794-2

© «Радио и связь», 2006
© А.Х. Султанов, В.Н. Акульшин,
И.Л. Виноградова, 2006

ВВЕДЕНИЕ

Сегодня инфраструктура взаимосвязанных сетей интенсивно насыщается передовыми цифровыми телекоммуникационными технологиями. В то же время как на первичной сети, так и внутризоновых участках регионального уровня имеет место недостаточная проработка в области методов повышения работоспособности уже эксплуатирующихся систем передач. Здесь следует чётко обозначить различие между вновь разрабатываемыми сетями и сетями, уже длительное время находящимися в эксплуатации. С учётом стремительного развития технологий в сфере телекоммуникаций имеют место существенные изменения не только в области техники, но и в сфере стандартизации сетевых решений. Причём под последними следует понимать не только архитектурные принципы построения, но и задействованные виды служебных сигналов (способов обеспечения работоспособности, например, резервирования), в том числе – способов подведения этих сигналов.

Последний тезис можно расширить следующим примером. Одним из важнейших служебных сигналов, обеспечивающих работоспособность высокоскоростных телекоммуникационных систем, является сигнал частотной синхронизации [1]. В 80-е годы прошлого столетия система подведения синхросигнала проектировалась оператором непосредственно в процессе пусконаладочных работ. Отсутствовали какие-либо стандарты по построению сети синхронизации (СС). С развитием и усложнением телекоммуникационного оборудования, а также со значительным повышением битовых скоростей в сети подходы к организации СС также существенно изменились. Появилось специализированное оборудование (аппаратура размножения синхросигнала (АРСС), задающие генераторы и т.д.), гостированные концепции построения СС, учитывающие отличительные особенности синхросигнала от сигнала передачи данных. Очевидно, что вновь проектируемые телекоммуникационные системы строятся с учётом последних нововведений и в области СС. Но к настоящему моменту в Российской Федерации находится в эксплуатации значительное количество систем передач, построенных ранее и в ряде случаев требующих существенной доработки для предоставления всего спектра современных телекоммуникационных услуг. В том числе для внедрения систем с коммутацией пакетов (или Multi Protocol Label Switching – MPLS [2]) точность синхронизации [3, 4] должна быть весьма значительной, намного лучше допустимой для плезихронной передачи. Для этого должна быть проведена модернизация системы синхронизации на эксплуатирующейся сети, что почти всегда требует не только приобретения нового оборудования (с учётом реальных финансовых возможностей), но и индивидуального подхода к выработке концепции модернизации, метода(ов) повышения работоспособности этой эксплуатирующейся системы передачи.

С представленной точки зрения целью монографии является разработка одного из возможных подходов к повышению надёжности и помехоустойчивости телекоммуникационных систем, уже находящихся в эксплуата-

ции, а также выработка практических методов модернизации сетевых устройств в рамках оригинального подхода. Для решения поставленной проблемы в монографии приведены математические модели процессов, реально происходящих при передаче цифровых сигналов. С использованием оригинальных моделей, а также планов статистических и натуральных экспериментов разработаны методы оценки и повышения надёжности и помехоустойчивости синхронных систем телекоммуникаций с учётом ряда возмущающих факторов. Разработанные методы дают возможность проводить эффективную модернизацию цифровой сети с обеспечением заданных значений показателей надёжности и качества передачи, а также компьютерное моделирование масштабируемой сети либо сети, появляющейся вследствие подключения того или иного резервного канала, оптимизировать архитектуру не только системы передачи данных, но и служебной информации, в частности системы синхронизации, и т.д.

Данную книгу непросто отнести к определённому виду научно-технической литературы. С одной стороны, она, несомненно, монография, поскольку с достаточной полнотой освещает намеченную тему и содержит оригинальные работы авторов. С другой стороны, в книге приведены многочисленные сведения о свойствах рассматриваемых объектов, обобщены известные математические модели, применяемые методы оценки помехоустойчивости и надёжности систем передач, стандартные методики организации сетей для передачи служебных сигналов и синхронизации, следовательно, она может быть использована многими читателями как справочное и учебное пособие. Книга посвящена рассмотрению сетей, использующих служебную общеканальную систему сигнализации № 7 (ОКС № 7) [5]. Безусловно, это связано с появившимся в последнее время широким интересом к ОКС № 7, обусловленным реализацией таких новых сетевых технологий, как цифровые сети с интеграцией служб (ЦСИС), сотовые сети подвижной связи, интеллектуальные сети и т.д., на базе ресурсов телефонных сетей или при взаимодействии с ними. Разработанная в соответствии с моделью Взаимодействия открытых систем (ВОС) система ОКС №7 является в настоящее время единственной универсальной системой сигнализации [5], обеспечивающей эффективное функционирование современных и перспективных систем телекоммуникаций.

Монография состоит из введения, четырёх глав, библиографии и приложений.

В первой главе приведены принципы построения и функционирования сетевой системы сигнализации, показана возрастающая роль служебных подсистем при расширении сферы услуг, предоставляемых телекоммуникационными системами. Представлена архитектура и основные принципы построения сети ОКС №7, её структурных компонентов и режимов сигнализации. Приводится описание основных процедур управления сетью и прикладных

подсистем пользователей. Более подробную информацию по данной тематике читатели могут найти в [5, 6].

Во второй главе представлены общие принципы построения и типичные архитектуры СС для синхронных систем передач, а также основные причины помех и искажений для синхросигналов. Приведены рабочие характеристики базовой виртуальной платформы системы ОКС № 7 (платформы МТР), нормативные требования к задержкам сигнальных сообщений. Показана значимость повышения точности синхросигнала в свете минимизации отказов в сети, в том числе по причине прерываний работы протоколов ОКС № 7. Представлены некоторые аналитические подходы к моделированию параметров СС, а также показана необходимость в применении математического моделирования процесса работы цифровой сети с целью оптимизации её параметров и прогноза эффективных путей модернизации.

Третья глава посвящена аспектам построения и модернизации СС в эксплуатирующихся системах телекоммуникаций. Предложена концепция согласования параметров сетевых устройств в смысле подбора (определения) значений с учётом их взаимного влияния. Приведён оригинальный статистический подход к моделированию процесса приёма реального цифрового сигнала. Показано, что практический интерес развитая статистическая математическая модель имеет только при наличии «привязки» входных технических характеристик к реальному сегменту с определённым вектором влияющих параметров и их временных зависимостей. Предложен подход к оценке и прогнозированию точности синхросигнала для SDH-сети.

В четвёртой главе приведены эффективные компьютерные методы решения телекоммуникационных задач. Представлены статистические методы моделирования работоспособности сети с учётом реальных воздействующих факторов, а также план вычислительного эксперимента, направленного на оценку значений критериев качества и надёжности передачи. Приведён оригинальный подход к моделированию показателей сетевой надёжности, показана принципиальная необходимость в обеспечении повышенной надёжности для передачи служебных сигналов. Рассмотрены пути решения поставленной задачи.

В приложении обобщены основные концепции построения и внедрения сетей синхронизации и ОКС № 7 на ВСС РФ, в том числе ОКС №7 в цифровых системах коммутации типа Alcatel 1000 S12 и AXE-10. Кратко представлен обзор стандартов, действующих в цифровых сетях, а также параметры и типы источников для СС. В связи с очевидной необходимостью широкого применения математического моделирования при разработке перспективных систем телекоммуникаций в доступной форме дан краткий обзор математической модели марковских случайных процессов, широко применяемой при решении различных телекоммуникационных задач.