

На правах рукописи

ЕРОХИН

Александр Владимирович

**РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ СРЕДСТВ
ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО
ОБСЛУЖИВАНИЯ РАЗНОРОДНОГО
КОММУТАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

05.12.14 - Сети, узлы связи и распределение информации

АВТОРЕФЕРАТ

*диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук*

**Санкт-Петербург
1999**

Работа выполнена в Санкт-Петербургском Государственном университете
телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

Научный руководитель - доктор технических наук, профессор Б.С. Гольдштейн

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор С.Н. Степанов,
кандидат технических наук, доцент А.К. Лебединский

Ведущая организация - АООТ «Интелтех»

Защита состоится «_____» _____ 1999 г. в _____ часов на заседании
диссертационного совета К.118.01.01 при Санкт-Петербургском государственном
университете телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича по адресу: 191186,
Санкт-Петербург, наб. р. Мойки, 61.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке университета.

Автореферат разослан «___» _____ 1999г.

Ученый секретарь совета, к.т.н., доц.

В.Х. Харитонов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. На современном этапе развития телекоммуникационных систем происходит существенное изменение критериев оценки эксплуатационных показателей тех или иных цифровых АТС. Если ранее самым существенным показателем являлись только надежность и заданное качество обслуживания вызовов, то в настоящий момент к этим показателям можно отнести и возможность организации процесса технического обслуживания цифровых АТС. Традиционное децентрализованное техническое обслуживание возрастающего объема оборудования, функционирующего на отечественных сетях связи, требует чрезвычайно высоких трудовых и финансовых затрат. Основные направления решения этой проблемы -автоматизация и централизация процессов технического обслуживания, создание центров технического обслуживания (ЦТО), оснащенных средствами сбора и обработки технической информации и укомплектованных выездными бригадами, а также квалифицированными специалистами, координирующими выполнение работ по техническому обслуживанию и ремонту всех видов оборудования в зоне действия ЦТО.

В последнее время интенсивно развивается концепция сети управления электросвязью (TMN), позволяющая решить проблему централизованного технического обслуживания разнородного телекоммуникационного оборудования. Конечной целью применения концепции TMN можно считать создание единой универсальной сети технического обслуживания для разнородного телекоммуникационного оборудования с использованием иерархической системы управления электросвязью.

Существуют многоплановые работы, в которых применен комплексный подход к анализу вышеперечисленных проблем. Однако, в них не исследуются вопросы организации сбора и автоматизированной обработки технологической информации, задачи вычислительного комплекса ЦТО, методы управления обслуживанием. Как следствие, отсутствуют и научно обоснованные принципы построения ЦТО. К тому же концепция TMN предполагает использование мощных информационных технологий, влияние которых на параметры функционирования ЦТО на данный момент полностью не изучено.

Все вышеизложенное показывает актуальность и своевременность проводимых в настоящей работе исследований.

Цели работы и задачи исследования. Генеральной целью работы является исследование параметров функционирования ЦК) в среде TMN. Декомпозиция генеральной цели приводит к появлению локальных целей и задач:

- Исследование структуры сетей электросвязи и построение математической модели, описывающей взаимодействие ЦТО и АТС.
- Исследование влияния вероятностных характеристик функционирования оборудования и методов контроля его функционирования на характеристики потоков технологической информации, поступающей в ЦТО.
- Получение аналитических выражений, позволяющих рассчитывать основные характеристики и параметры функционирования ЦТО.

- Исследование влияния применения концепции управления сетью электросвязи (TMN) на характеристики потоков технологической информации и на параметры функционирования ЦТО.

- Получение итоговых аналитических выражений, позволяющих рассчитывать основные характеристики и параметры функционирования ЦТО.

Методы исследования. Решение поставленных задач осуществлялось с применением теории вероятностей и теории систем массового обслуживания.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- Проведено исследование влияния сбоев и отказов в работе оборудования АТС на потоки информационных сообщений, поступающих в ЦТО;

- Проведено исследования влияния алгоритмов методов контроля функционирования оборудования па потоки информационных сообщений, поступающих в ЦТО;

- Получены аналитические выражения для определения интенсивности информационных потоков;

- Проведено исследование принципов взаимодействия АТС с ЦТО и получены аналитические выражения для расчета таких параметров ЦТО, как вероятность потерь сообщений, вероятность занятия приборов обслуживания, необходимое число приборов для функционирования ЦТО с заданными показателями;

Практическая ценность проведенных исследований заключается в следующем: совокупность результатов, полученных в работе, позволяют производить расчеты наиболее важных параметров, описывающих взаимодействие ЦТО с подключенными к нему АТС, что дает возможность заранее оценивать различные решения по формированию структуры ЦТО.

На основе результатов, полученных в работе, были спроектированы, разработаны и внедрены в эксплуатацию четыре различные системы централизованного технического обслуживания для отечественных цифровых АТС. Было разработано программное приложение, реализующее аналитические методы, полученные в работе, и позволяющее производить автоматический расчет различных характеристик функционирования ЦТО.

Основные положения, выносимые на защиту:

Функциональная модель взаимодействия оборудования сети электросвязи с ЦТО.

- Аналитическая модель взаимодействия объектов обслуживания с ЦТО.

- Аналитическое описание влияния алгоритмов методов контроля функционирования оборудования на интенсивность потока информационных сообщений.

- Аналитические выражения для расчета основных характеристик модели взаимодействия объектов обслуживания и ЦТО.

- Анализ влияния технологий CORBA (COM) на параметры аналитической модели.

Реализация результатов работы. Основные теоретические и практические результаты диссертационной работы внедрены в отечественной промышленности, о чем имеются соответствующие документы.

Апробация результатов работы. Результаты работы обсуждались и были одобрены на 50, 51, 52 научно-технических конференциях профессорско-преподавательского состава Государственного университета телекоммуникаций. По результатам диссертации опубликовано 6 работ.

Личный вклад автора. Основные научные положения, теоретические выводы и рекомендации, содержащиеся в работе, получены автором самостоятельно.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы и приложений.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность темы исследования, сформулированы цели и задачи работы, перечислены основные результаты диссертации, определена практическая ценность и область применения результатов, приведены сведения об апробации работы и представлены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе освещены вопросы, касающиеся предыстории проблем, исследуемых в диссертационной работе, рассмотрены основные вопросы планирования структуры технического обслуживания и осуществлен обзор наиболее перспективных концепций стандартизации процесса централизованного технического обслуживания.

Из-за возрастающих потребностей в услугах телефонных сетей происходит увеличение парка телекоммуникационного оборудования путем ввода в эксплуатацию новых современных АТС. С другой стороны, не смотря на существенные изменения в структуре телефонных сетей и составе их оборудования, административно - техническая структура управления сетями не претерпевает качественных изменений: медленно происходит перекавалификация обслуживающего персонала на обслуживание сложных цифровых систем, способ поддержания работоспособности оборудования по-прежнему остается децентрализованным.

Анализируя вышесказанное можно обозначить ряд остро стоящих перед операторами проблем:

- необходимость получения экономически эффективных и конкурентно-способных технических решений, обусловленных либерализацией основной экономической деятельности, характерной для зарубежных стран в 90-х гг;
- необходимость повышения конкурентоспособности технических решений посредством создания постоянно расширяющегося рынка новых услуг для пользователей сетью, требующих быстрого и гибкого введения новых продуктов и услуг связи при минимальном росте цен;
- необходимость организации взаимодействия в глобальных сетях связи оборудования различных производителей, различных типов и разнообразных сетевых технологий.

Наличие проблемы централизации технического обслуживания порождает еще одну важнейшую задачу: сформулировать правила, общие для всех систем коммутации, следуя которым последние можно будет объединять в части технического обслуживания. Вышеописанная необходимость централизации процесса технического обслуживания ставит ряд серьезнейших проблем, основной из которых является проблема выбора ряда общих правил, распространяющихся на все существующие коммутационные системы. Речь идет о формулировке стандартного интерфейса, с помощью которого системы технического обслуживания смогут взаимодействовать друг с другом и с объектами обслуживания.

Для решения этой задачи МСЭ-Т предпринял ряд шагов по созданию общего для всех производителей рекомендаций по техническому обслуживанию. В результате производителям была предложена концепция управления сетями электросвязи, речь о которой и пойдет далее.

Предполагается, что наиболее эффективно задачу управления сетью можно решить, основываясь на концепции сети управления электросвязью. В настоящее время наиболее важным фактором, определяющим развитие управления сетью, является модель TMN (Telecommunication Management Network), представленная в серии Рекомендаций МСЭ-Т М. 3000.

Анализируя вышесказанное, можно привести следующую схему рассмотрения проблемы:

- выбор генеральной цели и формулировка условий ее достижения;
- рассмотрение структуры среды, подлежащей анализу;
- построение модели взаимодействия элементов среды с системой централизованного технического обслуживания.

Генеральной целью данной работы можно считать формирование аналитических соотношений, используемых для расчета характеристик функционирования центра технической эксплуатации, учитывающих влияние применения для организации процесса централизованного ТО концепции управления оборудованием электросвязи TMN.

Для достижения генеральной цели, поставленной выше, разумеется, требуется сформулировать и решить ряд задач, сведение которых воедино дает возможность комплексного подхода к решению общей задачи.

К такого рода частным задачам можно отнести следующее:

- анализ структуры телефонных сетей, с целью выделения объектов, с которыми взаимодействует центр технического обслуживания;
- формирование функциональной структуры центра технического обслуживания;
- переход от функционального представления структур к их представлению с точки зрения систем массового обслуживания;
- исследование характеристик этих систем и особенностей взаимодействия между ними;
- формирование аналитического описания систем и взаимодействия между ними;
- определение влияния применения основных технологий построения средств централизованного технического обслуживания на параметры и требования к ЦТО.

Вопросам функционального моделирования и построения аналитической модели функционирования системы централизованного технического обслуживания посвящена вторая глава.

Во второй главе производится построение функциональной и аналитической моделей ЦТО, расчет основных вероятностных характеристик процесса централизованного технического обслуживания.

Большинство современных цифровых АТС для проведения мер по техническому обслуживанию и эксплуатации оснащаются устройством или устройствами, предназначенными для формирования, сбора, хранения и анализа различной технологической информации о работе и состоянии, как различных блоков АТС, так и АТС в целом. Также, функцией подобных устройств является автоматическое поддержание рабочей конфигурации АТС, контроль качества обслуживания вызовов,

формирование аварийных сигналов обслуживающему персоналу и т.д. Как правило, в современных АТС, существуют средства поддержки удаленного сеанса технического обслуживания, позволяющие размещать обслуживающий персонал на некотором необходимом расстоянии от места расположения АТС.

Для построения аналитической модели взаимодействия ЦТО и объекта обслуживания, необходимо выяснить, какие факторы влияют на характеристики потоков технологической информации, передаваемой в БТО. Основной составляющей потока информационных сообщений, безусловно, являются сообщения, связанные с обнаружением различного рода сбоев, отказов и неисправностей в функционировании оборудования АТС. Однако, сам факт возникновения неисправности не всегда приводит к появлению информационного сообщения, т.к. система контроля может не обнаружить данную неисправность. К тому же, оборудование АТС имеет смысл рассматривать как совокупность одиночных нерезервированных устройств, поскольку в задачи ЦТО входит не только поддержание минимальной рабочей конфигурации АТС, но и обеспечение работоспособности всего оборудования в независимости от резервирования. Можно полагать, что основными факторами, влияющими на характеристики потока информационных сообщений, являются интенсивность потока обнаруженных неисправностей, зависящей от функционирования системы контроля. Особенности функционирования системы контроля напрямую зависят от алгоритма применяемого метода контроля функционирования оборудования. Дальнейшее исследование требует построения схемы функционирования системы ТО с точки зрения системы массового обслуживания (рис.1.)

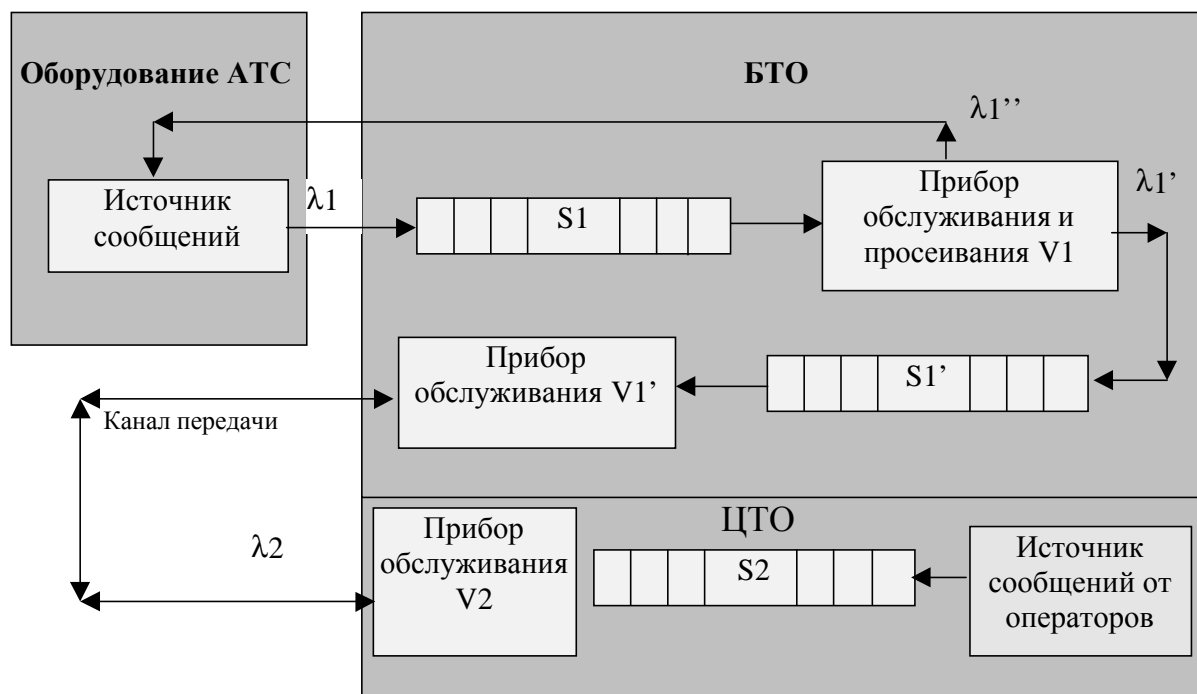


Рис 1. Функционирование системы ТО с точки зрения системы массового обслуживания.

где БТО - блок технического обслуживания, ЦТО - центр технического обслуживания, λ_1 - поток сообщений интенсивностью λ_1 , S_1 - очередь, накапливающая заявки потока λ_1 ,

V1 - прибор, обслуживающий и просеивающий поток λ_1 , λ_1' - поток сообщений интенсивностью λ_1' , передаваемых от БТО к ЦТО, λ_1'' - поток сообщений, обслуживаемых автоматически в БТО, S1'- очередь, накапливающая заявки потока λ_1' , V1'- прибор, обслуживающий поток λ_1' , λ_2 - поток сообщений от операторов, S2 - очередь, накапливающая заявки потока λ_2 , V2 - прибор, обслуживающий поток λ_2 .

Принимая λ за интенсивность потока информационных сообщений, можно утверждать, что λ есть функция F вероятностных характеристик функционирования устройства и методов контроля его функционирования:

$$\lambda = F(D, K), \quad (1)$$

где D - совокупность вероятностных характеристик функционирования устройства, K - метод контроля функционирования оборудования.

Интенсивность потока информационных сообщений одиночного источника:

$$\lambda_{od} = \omega \times P_{oo}, \quad (2)$$

где λ - поток отказов одиночного устройства, а P_{oo} - вероятность обнаружения отказа системой контроля.

Вероятность обнаружения отказа определяется как

$$P_{oo} = \frac{T_n}{T_o + T_n}, \quad (3)$$

где T_n , T_o - среднее время пребывания устройства в незаблокированном состоянии, и состоянии отказа соответственно.

Тогда интенсивность потока информационных сообщений одиночного источника:

$$\lambda_{один} = \frac{T_n}{T_o + T_n} \omega. \quad (4)$$

Аналитические соотношения, позволяющие рассчитать T_n и T_o в зависимости от метода контроля, приведены во второй главе диссертационной работы.

Продолжая следовать принципу суперпозиции можно определить интенсивность потока объекта обслуживания (λ) в целом:

$$\lambda_1 = \sum_{i=0}^{i=k} \frac{T_{ni}}{T_{oi} + T_{ni}} + \sum_{i=0}^{i=m} \frac{T_{ni}}{T_{oi} + T_{ni}} + \dots + \sum_{i=0}^{i=n} \frac{T_{ni}}{T_{oi} + T_{ni}}, \quad (5)$$

где k , m , n - число приборов группы с k -м, m -м, n -м методами контроля.

Исходя из полученных выше соотношений можно определить основные характеристики модели, представленной на рис. 1:

Вероятность занятия прибора VI':

$$P_{занV1'} = \frac{\lambda_1'}{1 + \lambda_1'}, \quad (6)$$

где $\lambda_1' = \frac{T_n}{T_o + T_n} \omega$.

Вероятность $P_{1k}(t)$ поступления ровно K сообщений за интервал времени t на прибор VI, определяется как:

$$P_{1k}(t) = \frac{(\lambda t)^k}{k!} e^{-\lambda t}. \quad (7)$$

Вероятность возникновения потерь из-за переполнения очереди $P1'_{(S1'+1)}$ определяется как:

$$P1'_{(S1'+1)}(t) = \frac{(\lambda' t)^{k(S1'+1)}}{(S1'+1)!} e^{-\lambda' t} \quad (8)$$

Из-за просеивания потока информационных сообщений прибором VI, вводится функцию просеивания потока:

$$F(\lambda) = (\alpha \lambda), \quad (9)$$

где α - коэффициент просеивания, равный $1/N$, а N - число подсистем технического обслуживания.

Для расчета числа обслуживающих приборов, необходимых ЦТО для работы с заданными показателями, используется следующее соотношение:

$$P = P_{(v)} = \frac{(\lambda \varepsilon)^v}{\sum_{j=0}^{j=v} \frac{(\lambda \varepsilon)^j}{j!}}, \quad (10)$$

где ε - средняя длительность обслуживания сообщений, V -число приборов обслуживания.

В диссертационной работе приведены формулы расчета вышеприведенных показателей для конкретных методов контроля и графическая интерпретация полученных соотношений.

Третья глава диссертационной работы посвящена анализу влияния применения концепции TMN на вышеописанную модель взаимодействия ЦТО и подключенного к нему оборудования. В данной главе осуществлен подробный анализ положений концепции TMN, рассмотрены основные уровни этой концепции. Также приведены логическая и функциональная структура единой сети технического обслуживания. На основе анализа рекомендаций TMN получены основные принципы построения систем адаптации телекоммуникационного оборудования в сеть TMN (Q-адаптеры). В работе приводится описание метода построения компонентной модели различных подсистем технического обслуживания. При построении модели реальной сети централизованного технического обслуживания модель, представленная на рис. 1, преобразуется в модель с введением дополнительного прибора обслуживания. Подобное преобразование вызвано появлением дополнительного прибора обслуживания (Q-адаптер). Q-адаптер реализует объектную информационную модель различных подсистем технического обслуживания, реализованных в БТО АТС, тем самым предоставляя открытый интерфейс для подключения ответной управляющей системы, функцию которой выполняет ЦТО.

Модель, учитывающая влияние Q-адаптера представлена на рис. 2:

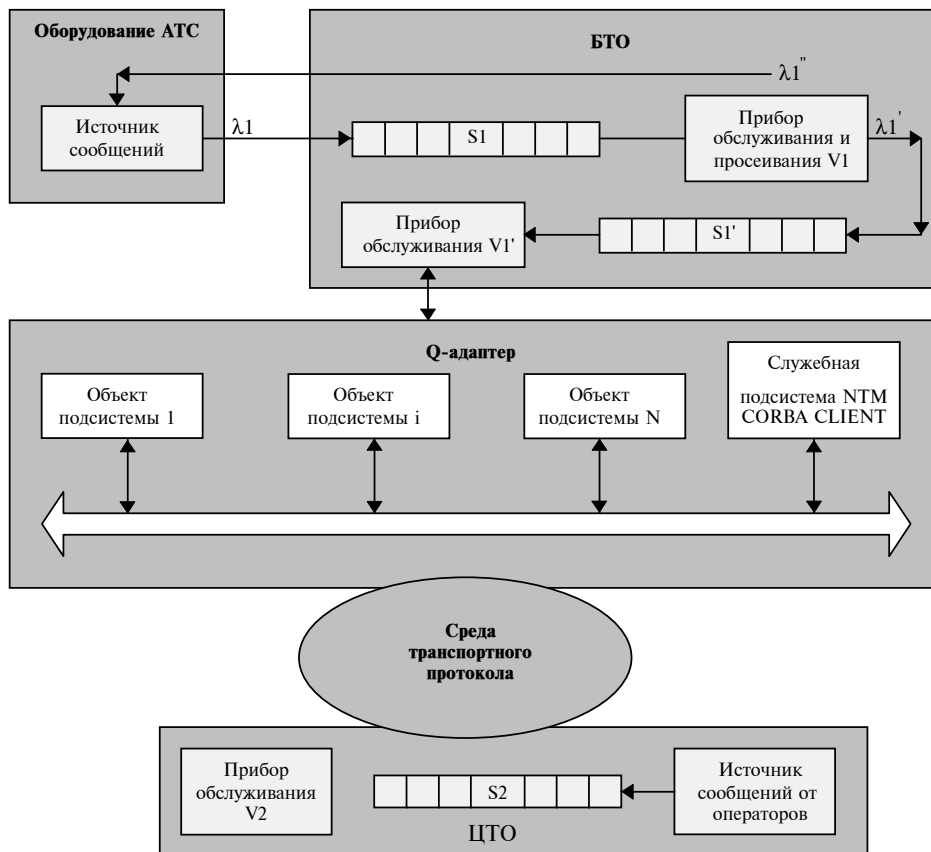


Рис.2. Модель, учитывающая влияние Q-адаптера.

где: БТО - блок технического обслуживания, ЦТО - центр технического обслуживания, λ_1 - поток сообщений интенсивностью λ_1 , S1 - очередь, накапливающая заявки потока λ_1 , V1 - прибор, обслуживающий и просеивающий поток λ_1 , λ_1' - поток сообщений интенсивностью λ_1' , передаваемых от БТО к ЦТО, λ_1'' - поток сообщений, обслуживаемых автоматически в БТО, S1'- очередь, накапливающая заявки потока λ_1' , V1'- прибор, обслуживающий поток λ_1' , λ_2 - поток сообщений от операторов, S2 - очередь, накапливающая заявки потока λ_2 , V2 - прибор, обслуживающий поток λ_2 . Влияние применения концепции TMN к модели, описанной во 2-й главе, приводит к изменению вышеприведенных аналитических соотношений.

Интенсивность суммарного потока информационных сообщений, с учетом потока сообщений о неисправностях в Q-адаптере:

$$\lambda = \left(\left(\sum_{i=0}^{i=k} \lambda_k + \sum_{i=0}^{i=m} \lambda_m + \dots + \sum_{i=0}^{i=n} \lambda_n \right) \times \alpha + \lambda_Q \right) N, \quad (11)$$

где N- число служебных сообщений, генерируемых Q-адаптером.

Поступающая нагрузка, с учетом дополнительных временных затрат на обслуживание определяется как:

$$Y = \lambda(\varepsilon + \varepsilon_q), \quad (12)$$

где ε_q - длительность конвертации информационного сообщения формата АТС в формат Q.3.

Тогда поступающая суммарная нагрузка может быть определена следующим образом:

$$Y = \left(\left(\sum_{i=0}^{i=k} \lambda_k + \sum_{i=0}^{i=m} \lambda_m + \dots + \sum_{i=0}^{i=n} \lambda_n \right) \alpha + \lambda_Q \right) N (\varepsilon + \varepsilon_q). \quad (13)$$

Определив λ и Y , и, учитывая результаты, полученные во второй главе, можно перейти к получению итоговых соотношений, описывающих параметры ЦТО, с учетом влияния Q-адаптера.

Вероятность занятия прибора $V2$:

$$P_{зан V2} = \frac{\lambda^i}{i!} \left(\sum_{k=0}^v \frac{\lambda 1^k}{k!} \right), \quad (14)$$

где V - число приборов обслуживания размещенных в ЦТО.

Вероятность поступления ровно K сообщений на прибор $V2$ за интервал времени t - $P_{V2k}(t)$ -

$$P_{V2k}(t) = \frac{(\lambda t)^k}{k!} e^{-\lambda t}. \quad (15)$$

Вероятность потерь в приборе $V2$, т.е. вероятность $P_{V2(S2+1)}$ переполнения очереди $S2$.

$$P_{V2(S2+1)}(t) = \frac{(\lambda t)^{k(S2+1)}}{(S2+1)!} e^{-\lambda t}. \quad (16)$$

Вероятность потерь в системе в целом P_{si} :

$$P_{si} = P_{I'(S1'+1)} + P_{V2S2+1}. \quad (17)$$

Число обслуживающих приборов необходимых для качественного обслуживания потока сообщений:

$$P = P_{(v)} = \frac{(\lambda \varepsilon)^v}{v!} \sum_{j=0}^{j=v} \frac{(\lambda \varepsilon)^j}{j!}, \quad (18)$$

где $\lambda \varepsilon = \left(\left(\sum_{i=0}^{i=k} \lambda_k + \sum_{i=0}^{i=m} \lambda_m + \dots + \sum_{i=0}^{i=n} \lambda_n \right) \alpha + \lambda_Q \right) N (\varepsilon + \varepsilon_q)$.

Задаваясь требуемой вероятностью потерь можно рассчитать число приборов, необходимых для обслуживания потока информационных сообщений идущих из АТС в ЦТО.

Одним из основных результатов проведенных в третьей главе исследований можно считать следующие положения:

- Наличие Q-адаптера не влияет на интенсивность потока информационных сообщений, поступающих из БТО АТС.
- Наличие Q-адаптера может влиять на рассматриваемую интенсивность при адаптации формата сообщений АТС к формату Q.3.
- Наличие Q-адаптера может влиять на интенсивность потока сообщений, передаваемых от Q-адаптера в ЦТО при поддержке взаимодействия CORBA компонентов.
- Включение Q-адаптера не приносит качественных изменений в рассчитанные во второй главе характеристики, основным количественным изменением является увеличение интенсивности потока сообщений.

Четвертая глава посвящена вопросам практического применения результатов полученных в диссертационной работе. С использованием полученных в диссертационной работе результатов были разработаны и внедрены в эксплуатацию на отечественных сетях электросвязи несколько программно аппаратных систем, реализующие процесс централизованного технического обслуживания разных типов цифровых АТС. Среди них: система техобслуживания ГАТС 100/3000, система централизованного технического обслуживания АТСЦ-90. Для централизованного технического обслуживания станций семейства АТСЦ-90 в состав комплекса АТСЦ-90 внедрена система центра технического обслуживания (ЦТО АТСЦ-90).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При переходе на централизованную форму технического обслуживания и эксплуатации с применением концепции TMN возникает необходимость решения ряда принципиально новых задач управления, контроля и планирования. От того насколько точно сформулированы и решены задачи зависит эффективность функционирования среды централизованного технического обслуживания и эксплуатации. В данной работе исследованы как теоретические вопросы, связанные с проблемой централизацией технического обслуживания, так и практические вопросы, связанные с проблемой интеграции в сеть централизованного техобслуживания конкретных видов коммутационного оборудования.

Основные результаты работы состоят в следующем:

1. Исследована структура целей и задач интеграции телекоммуникационного оборудования в сеть централизованного технического обслуживания и эксплуатации.
2. Исследовано влияние применения различных методов контроля функционирования оборудования АТС на характеристики потоков информации которой АТС обменивается с пультами технического обслуживания и ЦТО.
3. Построена модель, описывающая функционирование внутривыделенной системы технического обслуживания, модель взаимодействия АТС с центром обслуживания и модель среды централизованного техобслуживания и эксплуатации.
4. Получены аналитические выражения, использование которых, позволяет оценивать параметры качества функционирования среды централизованного техобслуживания.
5. Рассмотрены основные принципы концепции TMN. Основное внимание уделено проблеме построения Q-адаптера, используемого в качестве интерфейса между оборудованием сети сотовой связи и сетью централизованного ГО. Приведены и оценены методы построения такого адаптера для цифровых АТС.
6. Показано, что применение современных информационных технологий (CORBA, COM) не приносит качественных изменений в функционирование описанной модели, а количественные изменения могут быть рассчитаны по полученным аналитическим соотношениям.

Практическим применением результатов данной работы является создание и ввод в эксплуатацию четырех различных систем централизованного техобслуживания в составе комплекса АТСЦ-90 на сетях связи Российской Федерации.

СПИСОК РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Ерохин А.В. Проблемы и методы организации удаленного сеанса технической эксплуатации и технического обслуживания цифровых АТС. // 50-я НТК: тез. докл. / СПбГУТ.- СПб, 1997.
2. Ерохин А.В. Проблемы и методы дистанционного технического обслуживания коммутационного оборудования АТСЦ-90. Электросвязь, 1997. - №2.
3. Ерохин А.В. Методы организации удаленного сеанса технической эксплуатации и технического обслуживания АТС.//Международный семинар «Информационные сети, системы и технологии»: тез. докл. -Москва-Ярославль, 1997.
4. Ерохин А.В. Организация централизованного технического обслуживания сетей АТС.//ЛШ Научная сессия, посвященная дню радио: тез. докл. / М., 1998.
5. Ерохин А.В. Методы организации централизованного технического обслуживания цифровых АТС //51-я НТК: тез. докл. / СПбГУТ.-СПб, 1998.
6. Ерохин А.В. Влияние способов контроля оборудования на характеристики потоков технологической информации при централизованном ТО. //52 НТК: тез. докл. / СПбГУТ.- СПб, 1999.

Подписано к печати 13.05.99. ЛР№020475 от 29.04.97.

Объем 1 печ. л. Тир. 60 экз.

Тип. СПбГУТ. 191186, СПб, наб. р. Мойки, 61