

62(1/9)  
К 782

658/0 07

МИНИСТЕРСТВО СВЯЗИ СССР  
Московский орден Трудового Красного Знамени  
электротехнический институт связи

---

Н.И. Красносельский

Утверждено  
Ученым советом института  
в качестве учебного пособия

ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ АСУ

Учебное пособие

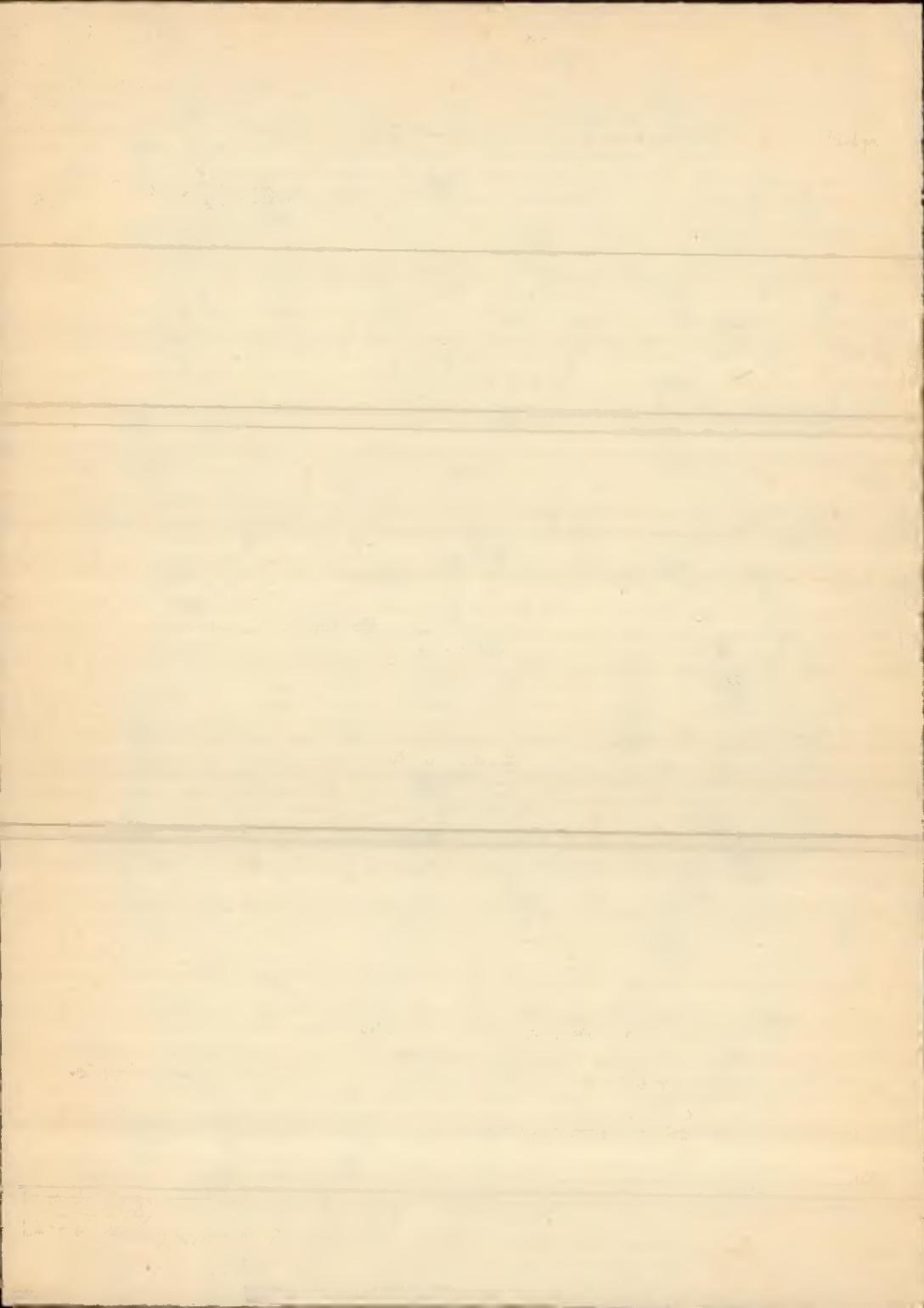
Часть II

2033526

ЧИТАЛЬНЫЙ ЗАЛ

Бюджетно - на  
ТЭИС

Москва 1982



## ВВЕДЕНИЕ

Повышение качества работы во всех звеньях народного хозяйства является одной из основных целей одиннадцатой пятилетки. В современных условиях в понятие качества вкладывается широкий смысл. Проблема качества охватывает все стороны хозяйственной деятельности. Достижение высокого качества определяется техническим перевооружением производства и широким внедрением современной техники и технологии; повышением роли стандартов, патентно-лицензионного дела, совершенствованием научно-технической информации; внедрением современных методов организации производства и труда, усилением комплексного воздействия плана, экономических рычагов; повышением ритмичности работы предприятий; улучшением использования трудовых и материальных ресурсов.

Достижение высокого качества работы средств связи способствует решению поставленной XXVI съездом КПСС перед отраслью связи задачи "обеспечить более полное удовлетворение потребности народного хозяйства и населения в услугах связи, повысить их качество".

### УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ

#### I. Определение "управление качеством"

Согласно ГОСТ 15467-70 "управление качеством продукции включает установление, обеспечение и поддержание качества продукции при ее разработке, производстве, эксплуатации, осуществляемого путем систематического контроля качества и целенаправленного воздействия на условия и факторы, влияющие на это качество".

#### 2. Состав задач системы управления качеством

Как следует из определения, управление качеством ведется на всех этапах создания и использования продукции: разработка, проектирование, производство, эксплуатация. Из этого вытекает задача создания комплексных систем управления качеством, использующего данные, полученные на каждом этапе существования продукции.

Общеотраслевые руководящие методические материалы (ОРММ) по созданию АСУП рекомендуют в системах управления качеством решить следующие комплексы задач: установление уровня качества продукции, обеспечение уровня качества продукции и поддержание уровня качества продукции.

Для отрасли связи наиболее важным является третий комплекс задач – поддержание уровня качества продукции. В приложении к отрасли связи под продукцией в данном случае понимается услуга, предоставляемая народному хозяйству и населению.

В отрасли связи управление качеством предусматривает два направления: во-первых, управление качеством технических средств и систем связи; во-вторых, управление качеством работы предприятий связи.

В настоящем пособии рассматривается первое направление. Второе направление достаточно полно разработано в брошюре Н.М.Губина "Система управления качеством продукции на предприятиях связи".

В свою очередь управление качеством технических средств и систем связи решает две взаимосвязанные задачи: техническое обслуживание средств и систем связи и обеспечение оптимальной передачи потоков сообщений по сетям связи.

Управление качеством средств и систем связи решается с помощью комплекса технических и организационных мероприятий, в состав которых входят:

совершенствование планирования работы предприятий связи, подготовки кадров, формы морального и материального поощрения; централизация и автоматизация технического обслуживания; применение современной электронной контрольно-измерительной аппаратуры и вычислительной техники;

совершенствование критериев оценки качества аппаратуры и систем связи, а также оценки работы коллективов предприятий связи.

Система управления качеством решает задачи на трех уровнях:

управление технологическими процессами:

сбор данных автоматического контроля;

обработка данных контроля;

оценка качества работы;

техническая диагностика;

обеспечение качества связи:

принятие решений на основе данных систем управления технологическими процессами по обеспечению качества связи;

управление развитием:

прогнозирование спроса на услуги связи и ожидаемых потоков сообщений;

оценку сложившихся потоков сообщений;

оперативное распределение ресурсов первичной сети (каналов и трактов);

принятие решений по развитию сети.

## КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ И МЕТОДЫ ЕЕ ОЦЕНКИ

### 1. Качество и свойства продукции

ГОСТ 15470-70 определяет качество "как совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенным потребностям в соответствии с ее назначением".

Под свойствами продукции понимаются технические, экономические, эксплуатационные, эстетические и другие признаки продукции. Каждая продукция обладает рядом признаков, определяющих в целом ее качество. Для характеристики качества продукции пользуются как абсолютными, так и обобщенными свойствами. Под последними понимается свойство, определяемое двумя и более абсолютными свойствами.

Качество продукции представляет множество ее свойств, которые неотрывны от потребностей потребителя и производства. Каждое свойство может быть описано количественно с помощью некоторой переменной, значение которой характеризует качество продукции относительно этого свойства. Эта переменная носит наименование показателя качества.

Показатели качества составляются из абсолютных и обобщенных свойств. Показатели качества делятся на два класса: функциональные и экономические. Первые характеризуют свойства продукции, полезные в смысле ее прямого назначения. Вторые — затраты, необходимые для производства продукции и ее последующей эксплуатации. Показатели качества зависят от технологии и организации производства, дисциплины труда, научно-технического прогресса, технического обслуживания и эксплуатации.

### 2. Критерии оценки качества

Критерии оценки качества определяют желаемое качество продукции. Критерии задаются условиями, которым должны удовлетворять значения показателей качества.

Проверка выполнения условий, установленных критериями оценки качества, составляет процесс определения качества продукции. Для этого необходимо поставить показатели качества в соответствие с критериями оценки качества.

Множество критериев оценки качества подразделяется на три класса: критерии пригодности, критерии оптимальности и критерии

превосходства.

Критерий пригодности является наиболее массовым, при применении которого возможна оценка качества по широкому кругу нежестких требований. Критерии оптимальности и превосходства составляют подмножество критериев пригодности.

Критерии качества несут определенный экономический эффект. Применение того или иного класса критерия означает удешевление или удорожание стоимости как производства продукции, так и ее последующей эксплуатации.

Критерии оценки качества определяются:  
государственными и отраслевыми стандартами;  
требованиями научно-технического прогресса;  
эстетическими вкусами потребителей, модой и т.д.

### 3. Критерии оценки качества технических систем связи

Сеть связи представляет собой многоуровневую иерархическую систему. Она представляет собой пространственную совокупность линий (каналов), узлов связи и оконечных пунктов.

Внутреннее состояние системы определяется техническим состоянием ее элементов, наличием и квалификацией обслуживающего персонала, материальными, финансовыми ресурсами, организацией эксплуатации и технического обслуживания. Внутреннее состояние системы зависит и от ряда факторов внешней среды, среди которых важное место занимают потребители услуг связи и связанные с ними суточные, сезонные колебания спроса на услуги связи.

Иерархическое построение системы определяет и содержание критериев оценки качества.

На нижних уровнях для оценки качества работы устройств и аппаратуры связи в качестве критериев используются нормы и нормативы, установленные государственными и отраслевыми стандартами, техническими условиями. В большинстве случаев эти критерии оценки качества являются абсолютными. К ним можно отнести такие критерии, как нормы на коэффициенты полезного действия передатчиков и приемников, допустимое затухание сигнала в каналах связи, уровни шумов, амплитудные и фазовые искажения, полосы пропускания и т.д.

При оценке качества систем связи приходится использовать обобщенные критерии. В общем случае такие критерии должны:

- отражать назначение системы;
- допускать возможность достаточно точного их вычисления;
- быть по возможности простыми и иметь физический смысл;
- быть верными при любых параметрах системы.

В современной практике для определения качества технических систем применяются обобщенные критерии. Согласно рекомендациям МККИТ для международной телефонной связи в качестве критерия оценки качества выбраны допустимые вероятности потерь: для средней нагрузки по 30 максимальным ЧНН за год была меньше 0,01 и для среднего по 5 максимальным ЧНН была меньше 0,07.

Качество обслуживания поступающего потока вызовов в коммутационных устройствах в системах с потерями характеризуется величиной потерь. При этом, чем больше величина потерь, тем ниже качество обслуживания. Значения вероятности потерь принимаются в качестве оценки качества системы. Например, для ГТС вероятность потерь должна лежать в пределах от 0,001 до 0,005. Эта норма означает, что теряется 0,001-0,005 всех вызовов или нагрузки. Эта величина представляет также норму времени, в течение которого заняты все соединительные линии.

Критерий оценки качества сетей связи является сложной функцией поступающей нагрузки, пропускной способности сети, вероятности ее связности, структурной надежности и живучести, а также алгоритма обслуживания сообщений.

В общей форме критерий качества может быть представлен в виде

$$P = F(X, C, H, A), \quad (I)$$

где

- $X$  - поступающая нагрузка;
- $C$  - пропускная способность сети;
- $H$  - вероятность связности, структурной надежности и живучести;
- $A$  - алгоритм обслуживания сообщений.

Выражение  $\Pi = F(X, C, H, A)$  является достаточно сложной функцией, зависящей от многих факторов, и построение системы, удовлетворяющей этому критерию, представляет пока неразрешимую задачу.

Вместе с тем проблема обеспечения требуемого качества обслуживания находит свое практическое решение по частным критериям, входящим в общий критерий оценки качества. Например, обслуженная нагрузка и время, необходимое для передачи сообщения, тесно взаимосвязаны с пропускной способностью сети в поступающей нагрузкой (рис. I). Как видно из рисунка, поступающая на-

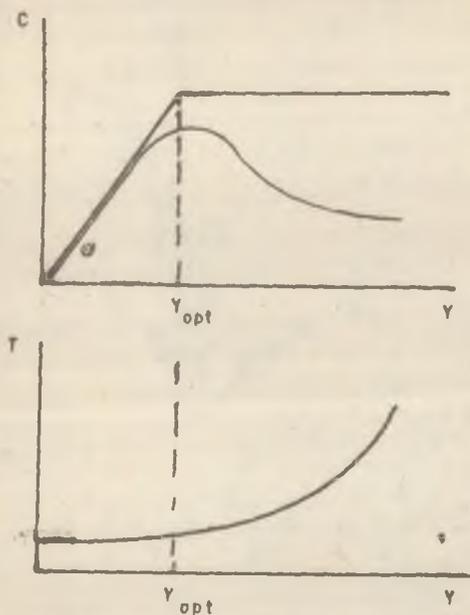


Рис. I

грузка создает два основных режима функционирования сети. В первом случае вероятность блокировки, что всегда предполагает потерю попытки или потерю вызова, меньше или равна нормативному значению. В таких условиях сеть пропускает за вычетом допустимых заблокированных вызовов поступающую нагрузку. При этом по мере роста поступающей нагрузки возрастает и обслуженная

нагрузка. Этот рост обслуженной нагрузки происходит до достижения допустимой вероятности блокировки, значение пропущенной нагрузки приближается к пропускной способности сети. Следовательно, для каждой сети имеется оптимальное значение поступающей нагрузки, которому соответствуют максимальная величина обслуженной нагрузки и минимальное время установления сообщения.

При дальнейшем росте поступающей нагрузки возрастает вероятность блокировки и значение обслуженной нагрузки начинает уменьшаться. Одновременно возрастает время установления сообщения.

Таким образом, оптимальная величина поступающей нагрузки может служить обобщенным критерием функционирования сетей связи, при котором обеспечиваются максимальная величина обслуженной нагрузки и минимальное время передачи сообщений и, как следствие, максимальные доходы от предоставляемых услуг связи.

#### 4. Критерии оценки качества работы предприятий связи

Для оценки качества работы предприятий связи по передаче сообщений используется обобщенный критерий оценки качества — максимально допустимое время, необходимое для передачи сообщения от отправителя к адресату (контрольный срок).

Контрольные сроки прохождения сообщений и корреспонденции разработаны для каждой области. Они предусматривают прохождения сообщений и корреспонденции между:

предприятиями связи областных (краевых, республиканских) центров с предприятиями связи других областных центров;

предприятиями связи районных центров и городов областного подчинения и предприятиями связи других областей;

предприятиями связи других населенных пунктов областей (краев, республик).

Для прохождения телеграфной корреспонденции установлены следующие контрольные сроки:

местные телеграммы: обыкновенные — до 4 ч, срочные — до 2 ч  
междугородные телеграммы:

а) между городами: обыкновенные — до 6 ч, срочные — до 2 ч;

б) между населенными пунктами, имеющими телеграфную связь и между этими пунктами и городами: обыкновенные — до 10 ч, срочные — до 5 ч;

в) между населенными пунктами, не имеющими телеграфной связи, и между этими пунктами и городами, а также пунктами, имеющими телеграфную связь: обыкновенные — до 20 ч.

Приведенные контрольные сроки прохождения телеграмм от отправителя к адресату являются дифференцированными. Они определяются в зависимости от эксплуатации оборудования, оснащенности конечных пунктов электрической связью, режима работы предприятий, схемы прохождения телеграмм по сети и структуры телеграфного обмена.

Работа предприятий связи определяется по ряду критериев оценки качества. Сюда входят технические критерии, отражающие организацию работ на предприятиях, эксплуатации и технического обслуживания средств связи, качество обслуживания населения, производственно-хозяйственную деятельность предприятия.

Так, качество работы предприятий почтовой связи характеризуется показателями скорости прохождения и сохранности почтовых отправлений и газеты "Правда".

Предприятия телеграфной связи оцениваются процентом телеграмм, прошедших в контрольные сроки от отправителя до адресата; процентом телеграмм, переданных в контрольные сроки; количеством телеграмм с браком; процентом отказов в установлении соединений на коммутируемой сети.

Предприятия междугородной телефонной связи оцениваются процентом междугородных телефонных разговоров, предоставленных с ожиданием до одного часа; процентом транзитных междугородных телефонных разговоров, предоставленных с ожиданием до одного часа; процентом неисполненных заказов на междугородные телефонные разговоры; количеством заявлений на плохую работу междугородных телефонных автоматов; процентом связей с регламентированными заказами на междугородные телефонные разговоры.

Предприятия городской и местной телефонной связи оцениваются количеством заявок на нарушения качества работы телефонной сети; процентом повреждений, устраненных в контрольные сроки; временем устранения повреждений сверх контрольных сроков; процентом неработающих телефонов-автоматов.

Предприятия линейного хозяйства оцениваются количеством повреждений на воздушных и кабельных линиях; средней продолжительностью одного повреждения на воздушных и кабельных линиях;

продолжительностью простоев на кабельных, воздушных и радиорелейных линиях; продолжительностью перерывов действия отводов; соответствием нормам линейных трактов систем передачи первичной сети.

Попытки использовать комплексные показатели для оценки работы предприятий городской телефонной связи предпринимались и в других странах. В частности, в США было предложено проводить такую оценку по тринадцати критериям, пять из которых характеризовали развитие телефонной сети и оценивались через уровень удовлетворения спроса пользователей на услуги телефонной связи и темпы развития сети; пять - техническое состояние соединительных и абонентских линий, аппаратуры станций, обработки нагрузки; три - экономическую эффективность работы телефонной сети. Для каждого показателя устанавливался допустимый критерий качества. Если результаты работы сети оказывались ниже допустимого критерия, то считалось, что сеть функционирует неудовлетворительно.

## ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

### 1. Цель и методы технического обслуживания

Цель технического обслуживания — обеспечить в течение заданного срока функционирование средств связи в соответствии с установленными для них техническими параметрами при минимальных эксплуатационных расходах.

Имеется три метода технического обслуживания:

профилактический метод — постоянное наблюдение за работой, регулярные проверки, регулировки, чистки оборудования;

корректировочный метод — локализация и устранение повреждений только тогда, когда качество обслуживания становится ниже допустимого уровня;

контрольно-корректировочный метод — постоянный централизованный контроль оборудования и оценка его работы. Устранение повреждений проводится только в том случае, когда качество обслуживания становится ниже допустимого уровня.

В настоящее время третий метод считается наиболее перспективным. Он обеспечивает необходимое качество работы оборудования, повышает производительность труда эксплуатационного персонала и сдерживает его рост при развитии сетей связи.

Предпосылкой для внедрения контрольно-корректирующего метода является постоянно возрастающая надежность современных средств связи.

Первые два метода технического обслуживания применимы к оборудованию, имеющему низкую надежность. Однако эти методы мало экономичны, требуют повышенное число эксплуатационного персонала, ведут к перерасходу эксплуатационных материалов и запасных частей. Кроме того, частое вмешательство в работу оборудования вносит дополнительные нарушения, число которых, как показывает практика, прямо пропорционально численности эксплуатационного персонала.

### 2. Централизация технического обслуживания

Контрольно-корректировочный метод позволяет перейти от автономного к централизованному техническому обслуживанию, при котором наблюдение и контроль за функционированием пространственно разнесенных средств связи ведется из одного центра.

При централизации технического обслуживания территории страны (города) подразделяют на зоны обслуживания. Размер зон обслуживания зависит от степени развития средств связи и важности объектов связи. При определении размера зоны немалую роль играют соображения экономической эффективности и оперативности в устранении повреждений оборудования. Например, считается, что зоны технического обслуживания телефонных сетей экономически оправдано создавать при емкости сетей в 100-200 тыс. номеров при наличии транспортной сети, позволяющей обеспечить прибытие эксплуатационного персонала на удаленный объект в течение установленного контрольного срока.

При организации централизованного технического обслуживания руководствуются следующими принципами:

вмешательство эксплуатационного персонала в работу оборудования допускается только в абсолютно необходимых случаях, т.е. тогда, когда контрольные измерения покажут, что надежность работы оборудования лежит ниже допустимого уровня;

наличие в зонах специальной контрольно-измерительной аппаратуры, позволяющей дистанционно проводить постоянный контроль и техническую диагностику оборудования;

высокая квалификация эксплуатационного персонала, способного на основании показаний контрольно-измерительной аппаратуры быстро определять характер повреждения;

обладание техническими правилами эксплуатации оборудования;

широкое внедрение вычислительной техники в процесс контроля, диагностики и выработки управляющих решений.

## УПРАВЛЕНИЕ СЕТЯМИ СВЯЗИ

Управление сетями связи предназначено для обеспечения функционирования сети в условиях изменения объемов и характера распределения информационных потоков или при повреждении отдельных элементов сети.

Общая схема функционирования сети приведена на рис. 2.

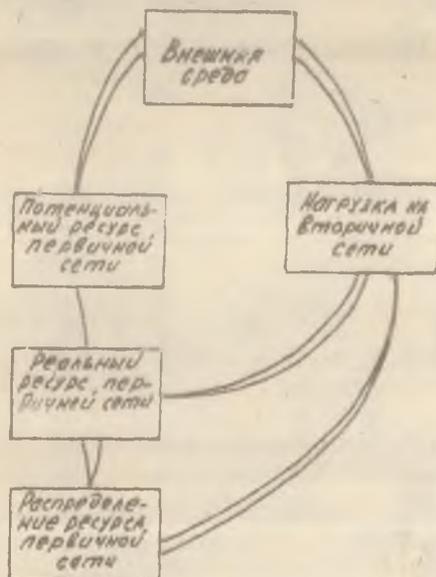


Рис. 2

Первичная сеть имеет ограниченный ресурс трактов и каналов связи, предоставляемых в пользование службам вторичной сети. Этот ресурс подвержен изменениям, которые могут выражаться как в физическом повреждении отдельных участков сети, так и в ухудшении качества технических характеристик трактов и каналов. Таким образом, реальный ресурс первичной сети, как правило, меньше ее потенциального ресурса.

Задача обеспечения функционирования сети при повреждении отдельных ее элементов решается через организацию технического обслуживания первичной сети, а задача функционирования

сети в условиях изменения объемов и характера распределения информационных потоков решается через постоянный контроль нагрузки на вторичных сетях, учет характера нагрузки и потребностей в трактах и каналах связи.

Чтобы решить эти задачи система управления сетями должна: отмечать в масштабе, близком к реальному времени, все непредвиденные изменения состояния первичной и вторичной сетей; организовывать плановые работы по поддержанию требуемого уровня качества функционирования первичной и вторичной сетей; прогнозировать возможные ситуации в состоянии сети; проводить восстановительные работы; обеспечивать максимальные доходы от аренды трактов и каналов и от предоставляемых услуг связи.

Основными направлениями совершенствования технического обслуживания первичной сети, помимо организационно-технических мероприятий, является внедрение новых методов и средств, которые существенно повышают эффективность технической эксплуатации, направленной на обеспечение работоспособности и качества функционирования систем передачи при проведении контрольных, восстановительных и ремонтных работ.

Технические средства контроля объединяются в системе текущего обслуживания. Объектами обслуживания здесь являются ЛАЦ (ОУП) и НУП, а также комплекты резервных блоков, находящиеся во включенном режиме, и комплекты сменных частей.

К техническим средствам, используемым для обслуживания аппаратуры и оборудования ЛАЦ, относится автоматическая система контроля параметров трактов и каналов, проводящая периодические измерения работоспособности оборудования и электрических параметров трактов. Наблюдение за линейным оборудованием осуществляется с помощью автоматических систем контроля аппаратуры усилительных пунктов, автоматической системы контроля кабелей.

На рис. 3 представлен один из вариантов организации технического обслуживания первичной сети. Как и в случае городских телефонных сетей, здесь предполагается создание основных оперативных центров (ОЦ), оснащенных необходимыми измерительными системами и аппаратурой. ОЦ связан с обслуживаемыми усилительными пунктами (ОУП), а через них с необслуживаемыми

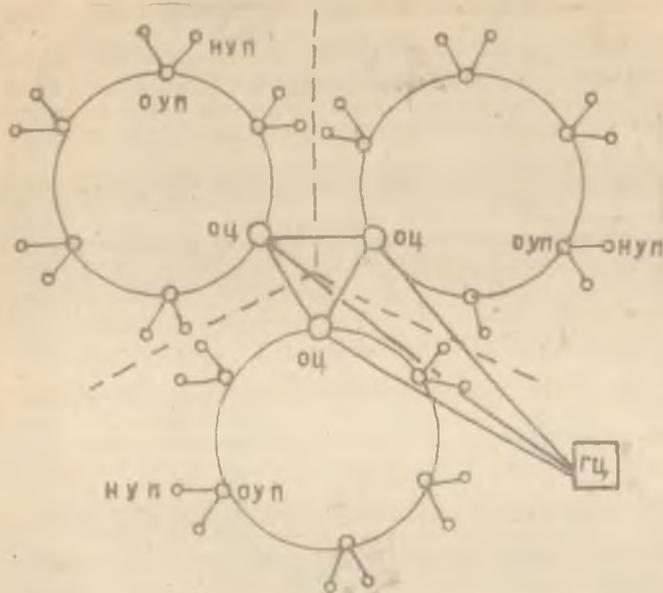


Рис. 3

усилительными пунктами (НУП) сеть передачи данных, по которой на средства обработки информации ОЦ передаются данные контроля и измерений. ОЦ связаны между собой системой передачи данных, по которой происходит обмен необходимой информацией.

Для контроля и управления качеством первичной сети ОЦ оснащается специальными вычислительными средствами для автоматического и дистанционного управления измерительной аппаратурой, а также одной-двумя универсальными ЭВМ для обработки контрольной, технической, административной и экономической информации.

ЧИТАЛЬНЫЙ ЗАЛ

ТЭМС

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ  
КАЧЕСТВОМ СВЯЗИ (АСУКС)

I. Структура АСУКС

АСУКС включает три уровня управления (рис. 4).

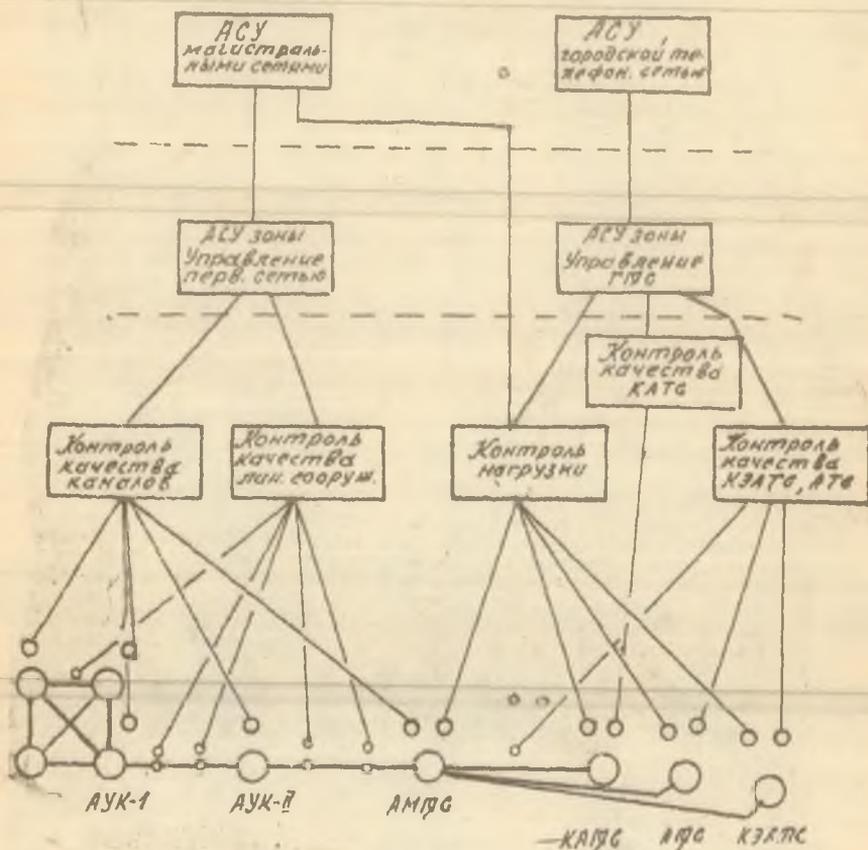


Рис. 4

Первый уровень составляют автоматизированные системы контроля и технической диагностики. В состав этих систем входят системы сбора и обработки данных о техническом состоянии городских телефонных станций, контроля параметров трактов и ка-

налов, контроля технического состояния усилительных пунктов и линейных сооружений, измерения нагрузки.

Второй уровень составляют автоматизированные системы зон технического обслуживания. Их назначение - управление техническим обслуживанием средств связи, находящихся в ведении зоны: на основании данных систем первого уровня проводить оформление нарядов на ремонтные работы, учитывать работы эксплуатационного персонала, осуществлять материально-техническое обеспечение, учитывать расходы запасных частей и материалов, оформлять заявки на запасные части, проводить бухгалтерский учет, оставлять отчетную документацию.

Третий уровень составляет автоматизированная система управления магистральными сетями и большими городскими телефонными сетями.

Автоматизированная система управления магистральными сетями (первичная и вторичная сети) на основе обработки данных нагрузки призвана выполнять следующие задачи:

- оперативно-диспетчерское управление работой первичной сети;
- учет и распределение трактов и каналов первичной сети;
- учет и анализ нагрузки на узлах и каналах;
- распределение нагрузки на сети;
- расчет потребностей в каналах;
- прогнозирование развития трактов и каналов;
- планирование оптимальных планов направления нагрузки, выявление имеющихся резервов.

Автоматизированная система управления городскими сетями решает следующие основные задачи:

- учет и анализ показателей качества;
- выбор оптимальной структуры системы технической эксплуатации;
- выбор и регулирование параметров системы централизованной технической эксплуатации;
- совершенствование экономических методов стимулирования;
- планирование развития системы централизованной технической эксплуатации.

## 2. Автоматизированные системы контроля и технического диагноза

### 2.1. Структура систем контроля и диагноза

Система контроля и технического диагноза призвана проводить проверку правильности функционирования объекта с последующей локализацией возможных мест повреждения.

Имеются два типа систем диагноза: системы тестового диагноза, выдающие на объект специально организуемые тестовые воздействия, и системы функционального диагноза, анализирующие только рабочие воздействия, которые предусмотрены алгоритмом функционирования объекта.

Системы тестового диагноза применяются для проверки исправности, работоспособности и поиска неисправностей. Системы функционального диагноза служат для проверки правильности функционирования и поиска неисправностей, нарушающих функционирование объекта. По своим возможностям системы тестового диагноза более широкие, чем системы функционального диагноза.

Общим для системы тестового и функционального диагноза являются функциональные блоки управления, устройство связи, измерения, модели системы и расшифровки результатов. В системах тестового диагноза кроме перечисленных элементов имеется функциональный блок воздействия.

Системы работают по определенному алгоритму диагноза, который задает состав и последовательность элементарных проверок и способ анализа результатов. Алгоритм диагноза хранится в блоке управления, который координирует также работу всех элементов системы.

Блок управления (рис. 5) строится на базе универсальной или специализированной мини ЭВМ (1) (в некоторых случаях используются микро ЭВМ), оснащенной двумя регистрами - входным (2) и выходным (3), а также датчиком времени (4). Выходной регистр передает управляющие коды на блок воздействия и измерительный блок. Датчик времени используется для привязки к истинному времени выполненных измерений и для определения интервалов между отдельными шагами процесса диагноза. Кроме того, в состав блока управления входит пульт оператора (5), а также средства визуальной индикации основных параметров про-

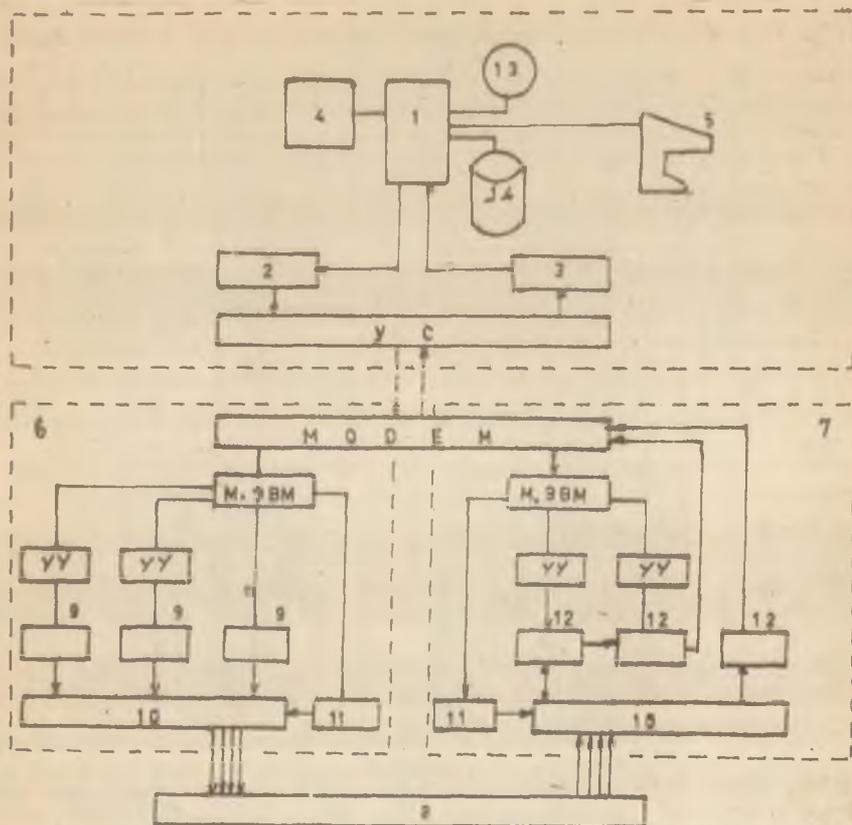


Рис. 5

цесса и результатов диагноза.

Блок воздействия (6) выдает на объект диагноза всю совокупность сигналов воздействия в зависимости от типа объектов диагноза (8). В состав сигналов могут входить постоянные, переменные и импульсные напряжения и токи с заданными формами, амплитудами, частотами и фазами, сигналы релейного типа, сигналы коммутации и управления. В состав блока воздействий входят соответствующие этим сигналам генераторы воздействий (9) с

необходимыми цепями управления. Вырабатываемые сигналы воздействия подаются на соответствующие входы объекта диагноза через коммутатор (устройство связи) (10), содержащий систему ключей и деширатор каналов (11). Деширатор обеспечивает коммутацию как отдельных каналов для аналоговых и релейных сигналов и последовательных кодов, а также группы каналов для параллельных кодов. Блок воздействий управляется кодом, поступающим на приемный регистр из устройства управления.

Измерительное устройство (7) предназначено для приема и преобразования в кодовую форму всей информации, поступающей от объекта диагноза в виде электрических сигналов. Эти сигналы снимаются с контрольных точек и могут быть непосредственно входными или внутренними сигналами электрических схем или же сигналами датчиков. Все каналы, связывающие измерительный блок с объектом диагноза, коммутируются на коммутаторе (10) (устройстве связи) с помощью ключей и деширатора каналов (11). Сигналы аналогового и релейного типа для последующей обработки преобразуются в кодовую форму. Контролируемые сигналы кодового типа после коммутации поступают в преобразователь кодов (12), в котором они приводятся к стандартной для ЭВМ форме. После этого преобразованные коды передаются на входной регистр блока управления.

Модель объекта выдает параметры ожидаемых критериев оценки качества объекта диагноза. В зависимости от вида контроля и диагноза модель реализуется либо в виде системы математических уравнений, либо может содержать требуемые значения технических параметров.

Блок расшифровки результатов служит для сопоставления измеренных значений и данных модели и для принятия соответствующих решений.

В качестве накопителя результатов могут быть использованы магнитные ленты (13), магнитные диски (14) или магнитные барабаны большой емкости. Техническая реализация этого устройства весьма разнообразна. Накопители используются также для хранения программ алгоритма диагноза.

Средства диагноза с ЭВМ функционируют следующим образом: согласно алгоритму диагноза ЭВМ выдает на выходной регистр управляющий код, который может содержать:

тип и номер генератора олока воздействий;  
сведения об уровне сигнала, форме и содержании кода (сигнала) воздействий;

номер каналов, время коммутации, определяющих синхронность или задержку сигнала.

Блок воздействий по содержанию управляющего кода формирует соответствующие сигналы воздействий и посылает их на контролируемое средство связи.

Одновременно ЭВМ формирует управляющий код для измерительного блока. Этот код может содержать следующую информацию:

данные об уровне цепей нормализаторов;

выбор преобразователя аналог-код, приводящего входной сигнал к стандартной форме;

коммутацию необходимого входного канала (каналов);

временную задержку преобразования (при необходимости).

После обработки входного сигнала последний направляется в ЭВМ, где происходит его сравнение с параметрами физической модели объекта диагноза. На основании этого сравнения происходит оценка полученного сигнала - степень его удовлетворения нормативам и принимается решение, результат которого выводится на регистрирующее устройство или при необходимости на пульт оператора, а также вводится в долговременную память для последующей статистической обработки.

Централизация технического обслуживания систем связи предъявляет к системам контроля и технического диагноза ряд дополнительных требований. В эти требования входят:

необходимость организации контроля и диагноза путем телеизмерений;

возможность управления процессом контроля и диагноза на пространственно разнесенных объектах связи;

адаптация существующих средств контроля и диагноза в централизованных системах технического обслуживания.

Первые два требования решаются путем блочно-модульного конструирования автоматизированных систем контроля, децентрализованной управления и организацией каналов передачи данных. При таком построении систем блоки воздействия и измерения делают автономными с собственными устройствами управления, в качестве которых используются микро ЭВМ.

Центральный блок управления связан с автономными блоками воздействия и измерений каналами передачи данных, по которым передаются команды на производство тех или иных измерений, которые затем выполняются самостоятельно, независимо от центрального блока, и по мере завершения передаются на центральный блок для оценки и принятия решений.

Системный анализ современных средств автоматического контроля, используемых администрациями связи ряда стран, выявил возможность их широкой унификации. Унификация касается в первую очередь сигналов обмена информацией между элементами АСК и их конструкции, что позволяет создать достаточно полный комплекс функционально законченных устройств, характеризующихся метрологической, информационной и конструктивной совместимостью и реализующих широкий класс алгоритмов. Различие между этими устройствами состоит лишь в устройствах связи с объектами диагноза и конструкции датчиков, ориентированных на определенные типы сигналов. Остальная же часть конструкции АСК не зависит от характера измерений и остается однотипной.

## 2.2. Система контроля координатных АТС

Система автоматического контроля является, по существу, системой тестового технического диагноза. Назначение системы – оценка надежности КАТС на основании оценки работы ее приборов. Принцип работы – автоматическая прозвонка телефонной станции (до 1000 вызовов) и определение числа нарушений по следующим показателям:

время поступления абоненту сигнала о готовности АТС к набору номера;

наличие зуммерного сигнала о готовности АТС к набору номера;

сбои приборов при наборе номера заданного абонента;

сбои в ступенях предвысказания АТС;

время прохождения сигнала вызова;

отсутствие напряжения источников питания;

длительность искания номера абонента;

сбои в работе счетчиков учета разговоров.

На основании контроля определяется обобщенный показатель качества ( $TDF$ ) работы АТС. В случае, если этот показатель не

соответствует критерию оценки качества, определяемого моделью АТС, система переходит в режим технического диагноза с целью выявления неисправных приборов.

Типичным представителем подобных систем является французская система АМАЛЬРИК. Центральный блок управления системы построен на базе мини ЭВМ, которая имеет следующие характеристики:

Оперативная память	16 тыс. слов
Объем слова	19 разрядов
Внешние устройства накопления	
магнитный диск	64 тыс. слов
магнитная лента	
Устройство ввода с перфолент	I
Алфавитно-цифровое печатающее устройство	I
Демонстрационное табло	I
Модемы	10

Центральный блок управления рассчитан на работу с 80 АТС. При этом связь с АТС осуществляется по 10 каналам. К каждому каналу может быть подключено до 8 АТС.

Принцип работы канала связи показан на рис. 6. Модем получает информацию от центрального блока управления, общий блок управления передачей данных переводит поступивший сигнал из последовательного в параллельный, проводит проверку на верность и декодирует код адреса АТС. После этого сигнал поступает на общую шину, к которой подключены устройства контроля АТС, и по адресу выбирается подлежащая контролю станция.

Автономное устройство на каждой АТС состоит из микро ЭВМ и устройства связи с АТС, обеспечивающее связь со станцией по 20 каналам. Микро ЭВМ имитирует 10 абонентов вызывающих и 10 абонентов вызываемых, между которыми осуществляется обмен вызовами. Результаты этого обмена передаются на центральный блок управления для оценки.

### 2.3. Организация контроля квазиэлектронных АТС

Каждая КЭАТС имеет автономную систему контроля и технического диагноза, составляющую часть математического обеспечения станции. Поэтому при организации централизованной эксплуатации КЭАТС должна быть решена задача сбора контрольных и диагностических данных в зоне технического обслуживания. Для

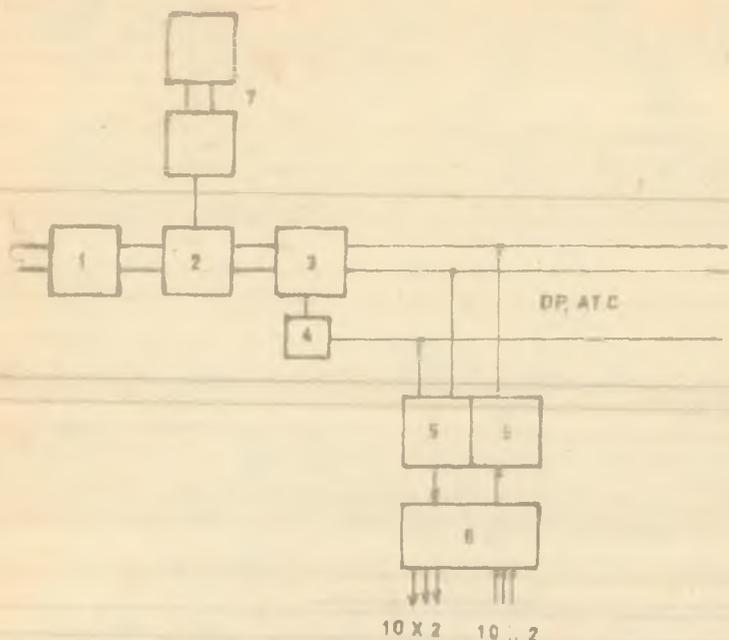


Рис. 6

этой цели в зоне технического обслуживания предусматривается специальная ЭВМ, связанная с управляющими ЭВМ КЭАТС каналами передачи данных.

ЭВМ зоны получает и оценивает поступившие от систем диагноза КЭАТС данные и вырабатывает оценку работы станций. Кроме того, она служит для передачи на управляющие ЭВМ КЭАТС корректирующих команд, изменяющих программы режима работы и технического диагноза, а также обобщает данные учета разговоров, которые затем передаются на вычислительные центры по расчету за услуги связи.

#### 2.4. Автономные средства контроля

Автономные средства контроля предназначены для размещения непосредственно на телефонных станциях для производства периодических измерений и для постоянного контроля АТС старого типа. Данные, получаемые с автономных средств контроля, вы-

водятся на перфоленку или магнитную ленту и обрабатываются в дальнейшем на универсальных ЭВМ зоны обслуживания.

К автономным средствам контроля относятся аппаратура, определяющая нагрузку на приборах телефонных станций, осуществляющая автоматический прозвон телефонных абонентов с целью определения надежности АТС, контроль регистров и маркеров КАТС, выявление абонентов, наиболее часто занимающих сеть, выявляют неисправные приборы АТС.

## 2.5. Система контроля трактов и каналов

Автоматические системы предназначены для измерений качества трактов и каналов. Система состоит из центральной ЭВМ и автономных измерительных устройств, размещаемых на узлах связи. Центральная ЭВМ обслуживает до 64 измерительных устройств, которые проводят измерения остаточного затухания каналов и уровня шумов.

Связь между центральной ЭВМ и автономными измерительными устройствами осуществляется по выделенным каналам связи.

Работу рассматриваемых систем можно проследить на примере организации центра измерений и контроля, созданного в Бельгии (рис. 7). В качестве центральной ЭВМ используется специализированная ЭВМ типа ITT-1600, имеющая следующие характеристики:

Емкость оперативной памяти 64 тыс. слов

Размерность слова 16 разрядов

Внешние запоминающие устройства:

магнитные ленты

магнитные диски

Периферийные устройства:

перфоленка

АЦПУ

дисплей

Центральная ЭВМ (1) связана с автономными устройствами измерений, специальными каналами передачи данных. Каждый канал доуплотнен двумя телеграфными каналами, передача по которым осуществляется со скоростью 200 Бод. Один из каналов связан с нормализующим и кодообразующим устройством (2), которое в свою очередь связано с контрольной и измерительной аппаратурой (3).

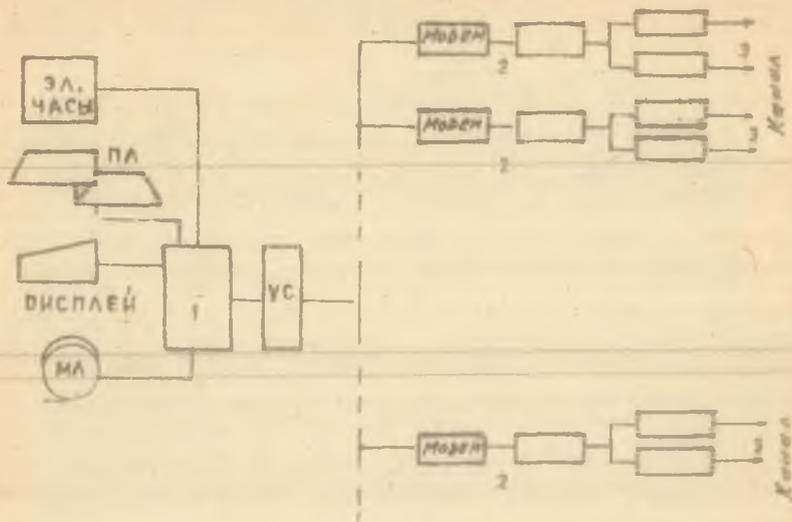


Рис. 7

Другой канал служит для передачи данных на центральную ЭВМ. Специальное устройство позволяет передавать на ЭВМ данные измерений, собранных вручную.

Нормализуемое и каналообразующее устройство (2) по командам центральной ЭВМ подключает к измерительной аппаратуре соответствующие каналы. Полный цикл измерений состоит из измерений остаточного затухания на частотах 400, 800, 1600 и 3200 Гц, уровня шумов в канале и системы сигнализации.

Измерения производятся в следующей последовательности. Центральная ЭВМ запрашивает два соседних узла, через которые проходят измеряемые каналы, и определяет по занятости каналов возможность проведения автоматических измерений. При этом проверяется занятость канала и первичной группы в целом, показания плот-сигнала.

При выполнении всех трех условий происходит блокировка первичной группы для автоматических измерений.

## 2.6. Система измерения нагрузки

Данные о нагрузке интересуют все уровни управления. На нижних уровнях контроль и анализ нагрузки дает дополнительную информацию о техническом состоянии средств связи и качестве их работы. На высших уровнях по этим данным решаются задачи распределения и перераспределения ресурсов сети, а также вопросы развития и модернизации сетей связи.

Автоматические и автоматизированные системы измерения нагрузки являются основой управления нагрузкой на нижних уровнях управления. В их задачу входит измерение нагрузки на абонентских и соединительных линиях, а также на отдельных приборах станций, и на основании полученных данных оценка качества предоставляемых услуг связи.

Типичным представителем систем подобного назначения является автоматизированная система измерения нагрузки, устанавливаемая на сетях США и получившая наименование *EADAS* (*Engineering and Administration Data Acquisition System*). Эта система выполняет следующие функции:

- сбор данных о нагрузке в реальном масштабе времени;
- регистрация и обработка данных;
- оценка состояния станций и каналов;
- статистический учет и выдача данных о нагрузке за каждые 48 ч наблюдений;
- выдача справочной информации о нагрузке в сетях по запросам.

Система регистрирует время ответа АТС и АМТС на вызов абонента, время занятия отдельных приборов станции, величину нагрузки на наиболее важных группах.

Схема автоматизированной системы *EADAS* показана на рис. 8. Центральным органом управления системы является мини ЭВМ (1), имеющая емкость оперативной памяти от 36 до 64 К 16-ти разрядных слов. К станции может быть подключено до 100 автономных измерительных комплектов, обслуживающих станции различных типов. Для сбора нагрузки с АМТС применяется входящий в систему концентратор данных о нагрузке (2), разрешающий снимать данные с 3600 объектов. Кроме того, для этой же цели используется другая измерительная аппаратура, например, регистратор нагрузки (3).

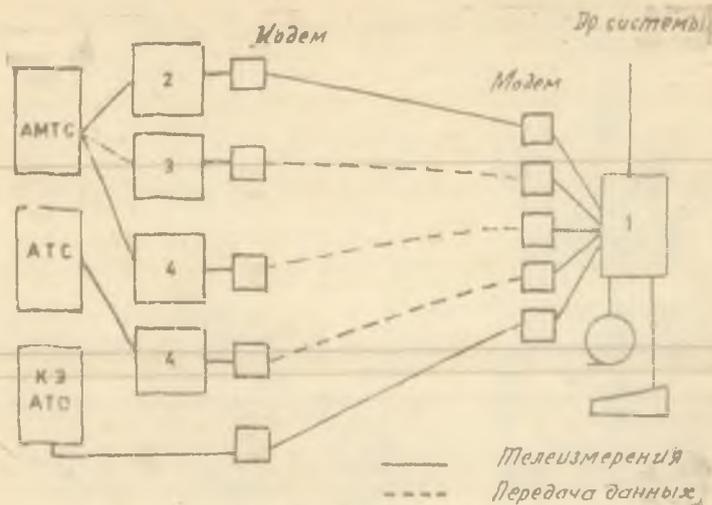


Рис. 8

Небольшие междугородные электромеханические станции оснащаются специальной регистрирующей аппаратурой (4). Квазиэлектронные станции выдают в системы данные наблюдений нагрузки непосредственно по сети передачи данных. В качестве внешних накопителей системы использует магнитные диски и ленты.

При контроле абонентских линий фиксируются данные:

по каждому вызову:

номер линии;

время, израсходованное на вызов абонента;

вызов абонента:

время необходимое для установления исходящего соединения;

продолжительность разговора;

время, в течение которого абонентская линия свободна;

общая характеристика нагрузки:

номер линии;

время измерений;

продолжительность (ожидание готовности станции к набору

номера, набора номера, искания, ответа вызываемого абонента, разговора, число импульсов счетчика разговоров);

для входящего соединения:

продолжительность вызова;

время разговора;

продолжительность разъединения соединения.

Собранные данные позволяют оценить прохождение нагрузки по определенным направлениям. В результате имеем сводную информацию, содержащую:

номер зоны; число правильно набранных номеров; общий объем нагрузки; процент нагрузки, отмеченный счетчиками разговоров; процент несостоявшихся соединений; процент соединений, оставшихся без ответа.

При измерении исходящей нагрузки фиксируются данные:

по каналам (номер канала, номер соединения, процент установленных соединений, процент завершенных соединений, процент сбоев в аппаратуре уплотнения, процент таксированной нагрузки).

Собранные данные по каналам позволяют получить сводную информацию по каждой зоне, которая содержит данные:

номер зоны;

число правильных наборов номера;

процент установленных соединений;

процент завершенных исканий;

процент сбоев в аппаратуре уплотнения;

общее полезное время;

процент таксированных сообщений;

процент общей продолжительности неустановленных соединений.

### 3. Автоматизированная система управления сетями

Автоматизированная система управления сетями выполняет следующие функции:

обобщает данные измерений нагрузки, поступающие от различных источников;

формирует банк данных;

оценивает качество работы сети по передаче сообщений;

выдает рекомендации по распределению и перераспределению трактов и каналов между пользователями;

прогнозирует развитие нагрузки по отдельным направлениям.

В системе управления сетями можно выделить три подсистемы: подсистему сбора данных, подсистему распределения каналов и подсистему прогнозирования нагрузки.

Подсистема сбора данных обрабатывает сообщения о нагрузке, поступающие от систем первичного сбора и обработки. По получении данных она формирует сообщения по единому формату и заносит их в единый банк данных. Для выполнения задачи сбора данных используются мощные универсальные ЭВМ, имеющие теледоступ к источникам информации.

Подсистема распределения каналов оперирует с данными наблюдений нагрузки и с паспортными данными на тракты и каналы связи. При обработке данных подсистема выполняет следующие задачи:

- выбор данных наблюдений из банка данных;
- группировка данных наблюдений по определенным периодам времени (сутки, недели и т.д.);
- контроль данных (логический и эвристический);
- сравнение данных наблюдений с данными, содержащимися в паспортах и получение сводных данных;
- определение реального объема нагрузки без учета потерь на блокировку (распределение Пуассона и формула Эрланга-В);
- расчет необходимого числа каналов для передачи реального объема нагрузки;
- рекомендации по перераспределению ресурса трактов и каналов сети.

## МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВА СИСТЕМ СВЯЗИ

### I. Постановка задачи контроля

Процесс контроля функционирования систем связи отображается в множество показателей качества, характеризующих состояние системы. Показатель качества - показатель динамический. Он изменяется во времени, что требует непрерывного измерения этого показателя и постоянной оценки качества.

В общем установление качества сводится к сопоставлению множества оценок качества с множеством показателей качества. Результатом контроля является логическое заключение об истинном состоянии системы связи.

Как уже указывалось, множество критериев оценки качества может быть разбито на три класса: критерии пригодности, критерии оптимальности, критерии превосходства. Обозначим:

$y_{ij}$  ( $i = 1, \bar{m}; j = 1, \bar{n}$ ) - показатель качества  $i$ -го свойства  $j$ -го объекта.

Множество показателей качества  $j$ -го объекта образует вектор

$$y^{(j)} = (y_{1j}, y_{2j}, \dots, y_{mj})^T.$$

$\{y_{ij}^D\}$  - множество допустимых критериев оценки качества.

Тогда критерии представленных выше классов имеют следующие формулировки:

Критерий пригодности

$$G = \bigcap_{i=1}^m (y_{ij} \in \{y_{ij}^D\}), \quad y = 1, \bar{n}. \quad (2)$$

Таким образом, оценка качества по критерию пригодности математически определяется как пересечение показателей качества  $j$ -го объекта с множеством допустимых оценок критерия качества.

Выполнение этого условия обозначает, что объект будет иметь допустимое качество, т.е. может быть пригодным для эксплуатации, если полученные показатели качества являются подмножеством допустимых критериев оценки качества.

Оценка качества по критерию оптимальности по-существу означает наложение дополнительных ограничений на качественные показатели, полученные из выражения (2). Для этого вводится условие, что качество соответствовало не только допустимым, но и оптимальным критериям оценки качества.

Если обозначить через  $Y_{kj}^{opt} (k=1, \bar{n}_0)$  оптимальные оценки качества  $j$ -го объекта, то оптимальное качество функционирования системы будет достигнуто, если

$$\bigcap_{i=1}^m (Y_{ij} \in \{Y_{ij}^D\}) \cap \bigcap_{k=1}^{\bar{n}_0} (Y_{kj} = Y_{kj}^{opt}), \quad i=1, \bar{n}. \quad (3)$$

Критерий превосходства выделяет из множества показателей качества только те показатели, которые обладают свойствами, превосходящими оптимальные характеристики системы. Если обозначить через  $Y_{ic}$  превосходящий критерий оценки качества  $c$ -го свойства, то для всего набора показателей будем иметь

$$\bigcap_{i=1}^m \bigcap_{j=1}^{\bar{n}} (Y_{ic} \geq Y_{ij}), \quad c=1, \bar{n}. \quad (4)$$

Тогда условие выбора превосходящей по качеству состояния системы связи, состоящей из  $n$  объектов, будет

$$\bigcap_{i=1}^m \bigcap_{j=1}^{\bar{n}} (Y_{ij} \in \{Y_{ij}^D\}) \cap \bigcap_{i=1}^m \bigcap_{j=1}^{\bar{n}} (Y_{ic} \geq Y_{ij}), \quad c=1, \bar{n}. \quad (5)$$

При оценке качества систем связи следует иметь в виду, что критерии оптимальности и превосходства являются подмножествами критерия пригодности. Поэтому при оценке качества работы систем связи критерий пригодности является доминирующим.

## 2. Оценка качества работы КАТС (контрольно-корректирующий метод)

На с. 24 приводится перечень абсолютных показателей качества, по которым оценивается качество работы КАТС. Для определения качества используется обобщенный показатель, равный сумме нарушений по каждому из абсолютных показателей. Таким образом, обобщенный показатель качества работы КАТС ( $MDF$ ) определяется по формуле

$$MDF = \sum_{i=1}^8 F_i, \quad (6)$$

где  $F_i$  - число зарегистрированных нарушений по  $i$ -му показателю качества.

Для определения качества работы КАТС используется критерий оценки качества, связывающий надежность станции с числом проведенных вызовов. Исходя из этого предположения, принимается допустимым на 1000 вызовов иметь от 2 до 5 нарушений. С учетом доверительных интервалов ошибки окончательная формула критерия оценки качества имеет вид

$$M_{1,2} = N \left( q \pm \frac{\sigma t}{\sqrt{N}} \right), \quad (7)$$

где  $M_1$  и  $M_2$  - значения верхнего и нижнего пределов;  
 $q$  = 2-5 нарушения на 1000 вызовов;

$$\sigma = \sqrt{q(1-q)};$$

$t = 2,6$  - коэффициент, определяющий отклонение ошибки;

$N$  - число наблюдений.

На рис. 9 приводится графическое представление уравнения (7) для  $q = 3,5$ .

Качество работы станции определяется из условий:

$0 \leq MDF \leq M_2$  - КАТС функционирует нормально. Дальнейший контроль не нужен.

$M_2 \leq MDF \leq M_1$  - КАТС находится в критическом состоянии. Необходимо продолжить контроль станции.

$M_1 < MDF$  - КАТС считается неработоспособной. Необходимо провести диагноз повреждения и после установления места повреждения выслать на КАТС ремонтную бригаду. На рис. 9 этот случай показан черной точкой.

### 3. Методы обработки результатов измерений нагрузки

#### 3.1. Определение вероятности потерь

Имеем  $V$  - линейную полнодоступную систему с потерями, обслуживающую пуассоновский поток с интенсивностью  $\lambda$  при

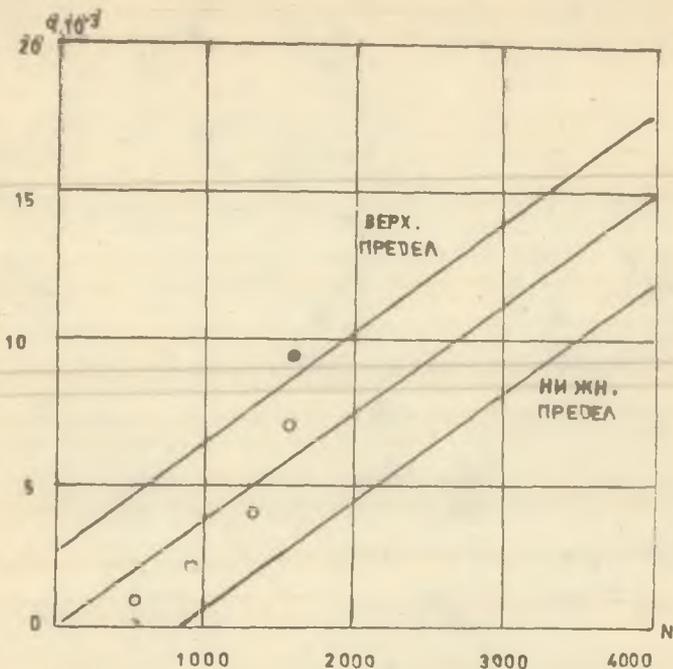


Рис. 9

экспоненциально распределенной длительности разговора со средним значением, равным  $I$ . В качестве оценки вероятности потерь можно выбрать:

1) отношение суммарного времени занятия  $V$  линий за интервал времени  $(0, T)$  к длине интервала

$$\bar{\pi}_t(T) = \frac{\tau(T)}{T}; \quad (8)$$

2) отношение

$$\bar{\pi}_c(T) = \frac{A(T)}{A(T) + B(T)}, \quad (9)$$

где  $A(T)$  — число потерянных вызовов;  
 $B(T)$  — число обслуженных вызовов.

\* Раздел описан по книге М.А.Шнепс "Системы распределения информации. Методы расчета". — М.: Связь, 1979.

Вероятность потерь представляет собой случайные величины с различными функциями распределения. Выбор того или иного метода во многом определяется трудностью измерений.

Сравнение оценки вероятности потерь  $\mathcal{K}_T$  и  $\mathcal{K}_C$  можно провести по их дисперсии.

### 3.2. Погрешности измерений обслуженной нагрузки

На практике применяют два метода измерения нагрузки: метод усреднения по времени и метод периодических отсчетов.

При методе усреднения по времени в качестве оценки обслуженной нагрузки используется выражение

$$M_T = \frac{1}{T} \int_0^T x_t dt, \quad (10)$$

где  $x_t$  - число линий, занятых в момент  $t$  в  $V$ -линейном полнодоступном пучке с потерями.

При методе периодических отсчетов проводится  $n$  наблюдений  $x_1, \dots, x_n$ , отстоящих друг от друга на некотором расстоянии  $\Delta$  ( $\Delta$  - интервал сканирования). В качестве оценки обслуженной нагрузки используется

$$S_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i. \quad (11)$$

Для оценки точности  $M_T$  и  $S_n$  необходимо определить их дисперсию  $D(M_T)$  и  $D(S_n)$ . При достаточно большом  $T$  (соответственно  $n$ ) обе оценки подчиняются нормальному распределению.

$$D(M) = \frac{2}{T^2} \int_0^T (T-t) R(t) dt, \quad (12)$$

$$D(S_n) = \frac{1}{n^2} \sum_{j=0}^n (n-|j|) R(j\Delta), \quad (13)$$

где  $R(t)$  - корреляционная функция.

Для бесконечного пучка корреляционная функция

$$R(z) = \frac{\lambda}{\mu} e^{-\mu z} = A e^{-\mu z}, \quad (14)$$

где  $A = \frac{\lambda}{\mu}$  - интенсивность нагрузки;  
 $\lambda$  - среднее число вызовов в единицу времени;  
 $1/\mu$  - средняя длительность занятия.  
 Отсюда окончательное значение

$$D(M_T) = \frac{2A}{\mu} \frac{1}{T}, \quad (15)$$

$$D(S_n) = \frac{A}{NT\mu} \left[ \Delta \operatorname{cth} \frac{\Delta}{2} - 2 \right]. \quad (16)$$

#### 4. Формула Эрланга (В - формула Эрланга)

Сети коммутации каналов представляют собой сети с потерями или системы с повторными попытками. Мерой качества для таких сетей служит вероятность блокировки, что всегда предполагает потерю попытки или потерю вызова.

Выражение для вероятности  $E_V(A)$  - все линии заняты, называется первой формулой Эрланга

$$E_V(A) = \frac{A^{V/V!}}{\sum_{i=0}^V A^i/i!}, \quad (17)$$

где  $A = \frac{\lambda}{\mu}$  - интенсивность поступления нагрузки - среднее число вызовов за интервал времени, равный средней длительности занятия.

В вероятном смысле  $E_V(A)$  можно понимать:  
 как долю времени, когда заняты все линии. В этом случае  $E_V(A)$  равна вероятности потерь по времени;  
 как долю потерянных вызовов. В этом случае  $E_V(A)$  выступает как вероятность потерь по вызовам;  
 как соотношение величины потерянной и поступившей нагрузки, ибо по предположению каждый потерянный вызов ведет к потере нагрузки, равной средней длительности занятия.

#### 5. Распределение Пуассона

При бесконечном пучке ( $V = \infty$ ) вероятность состояний определяется распределением Пуассона

$$p_k = (A^k / k!) e^{-A}, \quad k=0, 1, 2, \dots \quad (18)$$

### 6. Среднее значение и дисперсия занятых линий

Введем обозначения:

$Y_V$  - среднее число занятых линий в  $V$  - линейном пучке, обслуживающем нагрузку  $A$ ;

$D_V$  - дисперсия среднего числа занятых линий.

Тогда

$$Y_V = A \left[ 1 - E_V(A) \right], \quad (19)$$

$$D_V = Y_V - A E_V(A) \left[ V - Y_V \right]. \quad (20)$$

### 7. Среднее значение и дисперсия избыточной нагрузки

Пусть имеем  $V$  - линейную систему, обслуживающую пуассоновскую нагрузку с параметрами  $\lambda$  и  $\mu$ .

Предположим, что поток вызовов, потерянный в такой системе, поступает на обслуживание в другую систему. Такой потерянный поток называется избыточным потоком. Избыточная нагрузка обычно характеризуется средним значением  $R$  и дисперсией  $V$ .

$$R = \frac{A \cdot A^V / V!}{\sum_{l=0}^V A^l / l!}, \quad (21)$$

$$V = R \left( \frac{A}{V+1-A+R} - R \right). \quad (22)$$

### ЛИТЕРАТУРА

1. Материалы XXVI съезда КПСС. - М.: Политиздат, 1981.
2. Красносельский Н.И. Основы построения АСУ, ч. I учебное пособие. - М.: изд. ВЭИИС, 1979.

3. Элементы теории испытаний и контроля технических систем. Под ред. Р.М.Юсупова. - М.: Энергия, 1978.
4. Васильев В.Ф., Куприян А.А., Сагалович Л.И. Опыт МОПС по созданию АСУ. - М.: Радио и связь, 1981.
5. Аваков Р.А., Гуан Т.И., Сошдерис А.-П.Ю. Технологическая эксплуатация телефонных станций местных сетей. - М.: Радио и связь, 1981.
6. Гниденко И.И., Трускалов Н.П. Надежность систем многоканальной связи. - М.: Связь, 1980.
7. Теория сетей связи, под ред. В.Н.Рогинского. - М.: Радио и связь, 1981.
8. Шнепс М.А. Системы распределения информации. Методы расчета. - М.: Связь, 1979.
9. Давыдов Г.Б., Рогинский В.Н., Толчан А.Я. Сети электро-связи. - М.: Связь, 1977.
10. Губин Н.М. Система управления качеством продукции на предприятиях связи. - М.: Связь, 1978.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Введение.....	3
УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ.....	3
1. Определение "управление качеством".....	3
2. Состав задач системы управления качеством.....	3
КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ И МЕТОДЫ ЕЕ ОЦЕНКИ.....	6
1. Качество и свойства продукции.....	6
2. Критерии оценки качества.....	6
3. Критерии оценки качества технических систем	
связи.....	7
4. Критерии оценки качества предприятий связи....	10
ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ.....	13
1. Цели и методы технического обслуживания.....	13
2. Централизация технического обслуживания.....	13
УПРАВЛЕНИЕ СЕТЯМИ СВЯЗИ.....	15
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ	
СВЯЗИ (АСУКС).....	18
1. Структура АСУКС.....	18
2. Автоматизированные системы контроля и техни-	
ческого диагноза.....	20
2.1. Структура систем контроля и диагноза.....	21
2.2. Система контроля координатных АТС.....	24
2.3. Организация контроля квазиэлектронных АТС..	25
2.4. Автономные средства контроля.....	26
2.5. Система контроля трактов и каналов.....	27
2.6. Система измерения нагрузки.....	29
3. Автоматизированная система управления сетями..	31
МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВА СИСТЕМ СВЯЗИ.....	33
1. Постановка задачи контроля.....	33
2. Оценка качества работы КАТС.....	34
3. Методы обработки результатов измерения нагруз-	
ки.....	35
3.1. Определение вероятности потерь.....	35
3.2. Погрешности измерений обслуженной нагрузки..	37
4. Формула Эрланга.....	38
5. Распределение Пуассона.....	38

	Стр.
6. Среднее значение и дисперсия занятых линий.....	39
7. Среднее значение и дисперсия избыточной нагруз- ки.....	39
Литература.....	39

ЧИТАЛЬНЫЙ ЗАЛ

Николай Иванович Красносельский

ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ АСУ  
Учебное пособие  
Часть II

Рецензенты: А.М.Сальников, В.М.Кормилицин  
Редактор Г.Д.Сазыкина  
Корректор Л.В.Бахтина

---

Подписано к печати 4.06.82 г. . . Л. 55457 , п.л. 2,4 ,  
тир. 900, зак. 570 , изд. № 84. Цена 7 коп.

---

Типография МИХМ

ПАС ПІСЬМАТИНЬ