

А.В. Комаков, Н.С. Кормилицын

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ  
МАШИН В СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

ВВЕДЕНИЕ

С ростом производительных сил общества, повышением материальных и культурных запросов народа значительно расширяется обмен информацией. При этом отмечается такая особенность: если потребность в средствах транспорта, сырье, электроэнергии и т.п. примерно пропорциональна объему производства, то количество информации, которую необходимо передавать для обеспечения нормального функционирования промышленности, возрастает быстрее объема продукции [7]. Изменяется характер информации, которая все более сближается с производственным процессом.

Развитие вычислительных, управляющих и информационных машин, средств телемеханики и телеуправления привело к появлению нового вида информации, так называемой машинной информации. Во многих случаях использование машинной информации включается непосредственно в технологические процессы. Основным средством автоматизации технологических процессов и процессов переработки информации все в большей мере становятся электронно-вычислительные машины.

Отдельные электронно-вычислительные машины постепенно объединяются в большие информационные и управляющие системы [12]. По-видимому, недалеко то время, когда основные потоки информации будет составлять машинная информация. В связи с этим большое значение приобретает организация связи между электронно-вычислительными машинами, выдвигаются новые требования к средствам передачи информации. Основные показатели работы средств передачи информации такие, как пропускная способность, скорость доставки сообщений, надежность, должны быть соизме-

римы с быстродействием и надежностью самих электронно-вычислительных машин.

Современные средства связи по своему техническому уровню совершенно непригодны для передачи машинной информации. Осуществление возможности передачи машинной информации может быть достигнуто только в том случае, когда средства передачи информации будут полностью автоматизированы с помощью электронно-вычислительных машин. Следует ожидать, что дальнейшее развитие средств связи пойдет по пути совершенствования их до полной автоматизации с помощью электронно-вычислительной техники и на этой основе объединения их в единую государственную систему передачи и распределения информации (по типу единой энергосистемы).

В данной статье рассматривается эффективность применения электронно-вычислительных машин для автоматизации средств связи. Показывается возможность постепенного внедрения электронно-вычислительных машин в существующую телеграфную сеть до полной ее автоматизации. В дальнейшем, на базе новой системы, можно осуществить переход к единой системе передачи и распределения информации путем постепенного объединения всех средств связи. Кратко рассматриваются основные характеристики единой системы передачи информации.

## І. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕЛЕГРАФНОЙ СВЯЗИ

Автоматизация телеграфной связи развивается по следующим направлениям:

- 1) Автоматизации процессов переприема телеграмм;
- 2) Автоматизации соединения отдельных участков с целью получения временного соединения абонентов.

Рассмотрим коротко отдельные виды автоматизации телеграфной связи.

### І.І. Переприем с отрывом и транспортировкой ленты

Сущность этой системы показана на рис. 1. Основными устройствами являются реперфоратор Р на приемном рабочем месте и трансмиттер Т на передающем рабочем месте. Перфорированная лента с приемного рабочего места транспортируется через сортировку к передающему рабочему месту вручную или механизированным способом.

Роль телеграфиста сводится к обслуживанию реперфоратора или трансмиттера и контролю за правильностью приема и передачи сообщения.

По сравнению с ручным переприемом организация связи с отрывом и транспортировкой ленты имеет следующие достоинства:

- а) производительность труда повышается на 35-40% (за счет совмещения вспомогательных операций с операциями автоматического приема и передачи телеграмм);
- б) увеличивается коэффициент использования каналов связи (до 75-80%).

Основным недостатком этой системы является неэффективность ее использования для крупных телеграфных узлов, где операция переноса ленты занимает 15-20 мин, в то время как непосредственная передача по аппарату - 1 - 1,5 мин. [6].

### І.2. Переприем с кнопочной коммутацией по исходящим каналам

На рис. 2 показана схема переприема с кнопочной коммутацией по исходящим каналам для одного рабочего места. Каждое

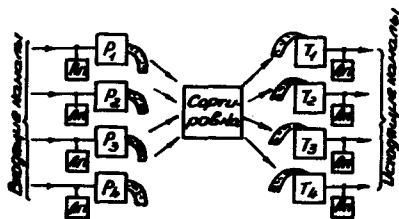


Рис. 1. Схема автоматизированного переприема с отрывом транспортировки ленты (АТОЛ)

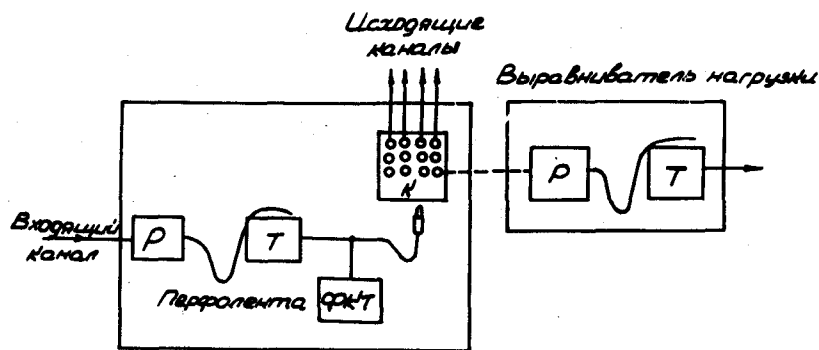


Рис. 2. Схема переприема с кнопочной коммутацией по исходящим каналам

рабочее место оборудуется реперфоратором, транзиттером, небольшим коммутатором исходящих каналов и устройством, фиксирующим конец телеграмм (ФКТ).

Перфорированная лента из реперфоратора Р непосредственно поступает в транзиттер Т. При вставлении штепселя в гнездо коммутатора транзиттер автоматически запускается и при срабатывании фиксатора конца телеграмм (ФКТ) — останавливается. Для исключения возможного накопления ленты (при длительной занятости каналов какого-либо направления) телеграмма данного направления коммутируется в выравнитель нагрузки, откуда она передается после освобождения канала.

Достоинства описанной системы автоматизации заключаются в следующем:

1. обеспечивается значительное повышение производительности труда за счет обслуживания приема и передачи одним работником;
2. сокращается время прохождения телеграммы через узел за счет исключения времени на транспортировку телеграммы внутри узла.

Т а б л и ц а I

Характеристика ручной и автоматической передачи телеграмм

Время передачи, мин.	Число переданных телеграмм, %	
	при ручной передаче	при автоматизированной (по схеме рис. 2)
до 15	13	78
16 + 30	18	11,5
31 + 60	64	10
Свыше 60	5	0,5

В таблице I дается сравнение этой системы передачи с ручной передачей по времени прохождения телеграмм через узел [6]. Основным недостатком этой системы является необходимость увеличения количества каналов (по сравнению со схемой рис. 1) для уменьшения случаев занятости исходящих каналов. Коэффициент использования каналов снижается до 60%.

### 1.3. Переприем с применением аппаратуры кодовой коммутации телеграмм

Упрощенная схема автоматического переприемного узла показана на рис. 3. Аппаратура кодовой коммутации обеспечивает автоматизацию всех процессов по передаче, приему, сортировке и внутростанционной транспортировке телеграмм.

В этой системе каждому телеграфному узлу присваивается маршрутный индекс. Проставленный на телеграмме, он определяет путь прохождения ее через автоматизированные переприемные узлы телеграфной сети.

Телеграмма, входящая по каналу приема, принимается реперфоратором на перфоленту, которая далее поступает в трансмиттер. Приемные устройства автоматически проверяют правильность порядкового номера телеграммы, накапливают комбинации знаков маршрутного индекса и индекса категории срочности. Автоматический коммутатор производит соединение трансмиттера приемного рабочего места с каналом или пучком каналов направления передачи.

Как только канал передачи будет занят, в него будут переданы из нумеровального устройства и авточасов новый порядковый номер и текущее время, после чего включается трансмиттер приемного рабочего места для передачи телеграммы. Контроль передачи осуществляется контрольным телеграфным аппаратом, который отпечатывает предзаголовки и текст всех телеграмм, передаваемых по каналу передачи.

Для повышения эффективности использования каналов связи и станционной аппаратуры в состав оборудования канала передачи включается выравниватель нагрузки. В том случае, когда все каналы передачи нужного направления заняты, телеграмма по каналу накопления принимается в выравниватель нагрузки и передается после освобождения канала передачи. Трансмиттер выравнивателя нагрузки заполняет интервалы в передаче, ведущейся с трансмиттеров приемных рабочих мест.

Система автоматизации переприема телеграмм с помощью аппаратуры кодовой коммутации имеет следующие положительные качества:

- 1) производительность труда в 1,5-2 раза выше по сравнению с ручным переносом перфолент;
- 2) коэффициент использования каналов благодаря приме-

нию выравнивателей нагрузки повышается до 80 % [4];

3) работа передающих станций не зависит от состояния каналов передачи в пункте переприема.

Главными недостатками аппаратуры кодовой коммутации являются:

- 1) отсутствие контроля достоверности принятого сообщения и, следовательно, возможность пропуска искажений текста;
- 2) сложность эксплуатационного обслуживания.

### 1.4. Система прямых соединений

Сущность этой системы заключается в предоставлении соединений между оконечными пунктами телеграфной сети (городские отделения и районные конторы связи) на время передачи сообщения.

В системе применяются автоматические коммутационные станции, обеспечивающие коммутацию связей с 2-процентным отказом при занятости каналов и с частичным использованием реперфораторного переприема для входящей корреспонденции в последнем переприемном узле (см. рис.4).

Для осуществления коммутации применяется, также как в системе кодовой коммутации, единая система нумерации телеграфных пунктов.

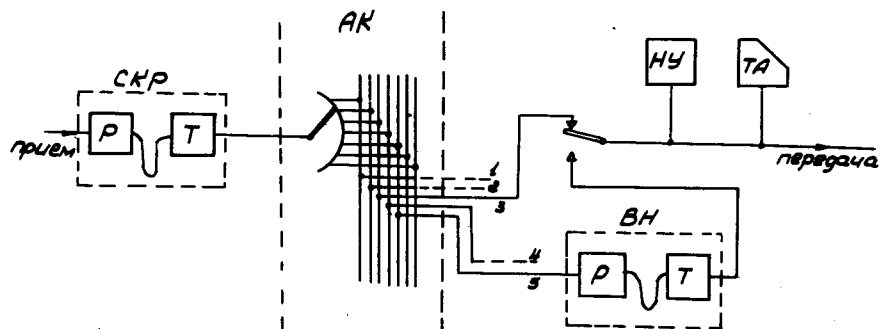
В системе прямых соединений используются двухсторонние магистральные каналы сети общего пользования, а также каналы сети абонентского телеграфа.

Положительными качествами системы прямых соединений являются:

1) Большая эффективность по сравнению с другими способами автоматизации. Производительность труда в среднем, по данным ЦНИИСа, в 3 - 3,5 раза выше, чем при простейшей форме автоматизации с отрывом и транспортировкой ленты, и примерно в 1,5 раза - по сравнению с системой кодовой коммутации [10].

2) Высокая скорость прохождения телеграмм из одного оконечного пункта телеграфной сети в другой. Скорость установления соединения в подавляющем большинстве случаев определяется только временем работы коммутационных устройств.

Основным недостатком системы является крайне низкое использование каналов. Несмотря на положительное воздействие фактора смещенности пиковых значений суточных нагрузок в каналах сети общего пользования и абонентского телеграфа, коэф-



СКР - станция кодового регистра, АК - автоматический коммутатор, ВН - выравнитель нагрузки, Р - релей-релеаратор, Т - трансмиттер, НУ - номеровальное устройство и авточасы, ТА - телеграфный аппарат, 1, 2, 3 - каналы одного направления передачи, 4, 5 - каналы накопления.

Рис. 3. Схема автоматического переоприемного узла с кодовой коммутацией (СК)

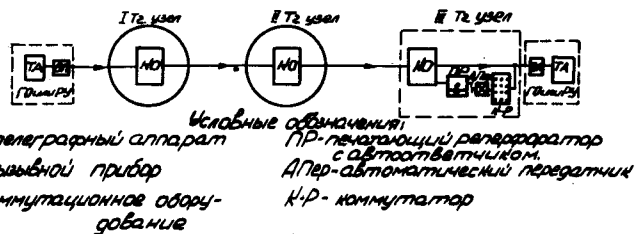


Рис. 4. Схема автоматизации по системе прямых соединений (ПС)

Эффективность использования каналов связи не превышает 25-30% даже при больших суточных нагрузках.

### 1.5. Система абонентского телеграфирования

Система абонентского телеграфирования имеет много общего с системой прямых соединений. Она основана на применении коммутационного оборудования, осуществляющего временные соединения телеграфных аппаратов, установленных непосредственно у абонентов. Система абонентского телеграфирования предусматривает также осуществление групповых соединений абонентов и предоставление прямых соединений для телеграфных пунктов сети общего пользования. Участие станции в проведении через нее телеграфного сообщения сводится только к коммутированию каналов связи и абонентских линий.

В результате роста производительности труда обслуживающего персонала, а также уменьшения общих эксплуатационных расходов снижается себестоимость передаваемых сообщений. В то же время в отношении эффективности использования каналов связи система абонентского телеграфирования обладает тем же недостатком, что и система прямых соединений.

Все рассмотренные системы телеграфной связи непригодны для передачи машинной информации по следующим основным причинам:

- 1) Во всех случаях сохраняется значительная доля участия человека в процессе передачи: предварительная обработка сообщения, подготовка к передаче, контроль за достоверностью принимаемого сообщения, участие в процессе соединения и др.
- 2) Используемые телеграфные устройства не допускают возможности приема информации в систему непосредственно от источника.
- 3) Низкая скорость доставки сообщения и крайне низкая надежность передачи сообщения (особенно кодированных и цифровых телеграмм).

## 2. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ТРЕБОВАНИЯ К ЕДИНОЙ СИСТЕМЕ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

Как указывалось выше, необходимость передачи машинной информации и повышение требований к передаче обычной информации приводят к необходимости резкого совершенствования современных средств связи на основе применения электронно-вычислительных машин и объединения их в единую государственную систему передачи и распределения информации.

Такая система должна быть прежде всего полностью автоматизированной, с полным исключением участия человека из всего процесса передачи сообщений. Электронно-вычислительные машины должны производить прием информации от различных источников, накопление, преобразование и передачу ее к потребителям, а также контролировать появление искажений и ошибок при передаче. Кроме того, они должны управлять работой самой системы. С этой целью на электронно-вычислительные машины возлагаются функции оптимального распределения потоков информации по каналам и по времени, контроля за состоянием отдельных частей системы и др. Вся система должна обладать гибкостью и легко перестраиваться при изменении условий передачи информации. По-видимому, наиболее целесообразным будет применение в системе универсальных электронно-вычислительных машин. В таком случае с помощью программы, составленной как для каждой отдельной электронно-вычислительной машины, так и для всей системы в целом, можно обеспечить надежную, устойчивую работу системы. В программе работы системы должна предусматриваться возможность автоматической перестройки ее при изменении условий передачи информации по каналам или при выходах из строя отдельных частей системы без потери информации в системе в момент возникновения повреждения и последующей перестройки.

Основные качественные показатели системы такие, как пропускная способность, надежность и скорость доставки информации, должны соответствовать основным характеристикам (быстродействие, надежность и др.) обслуживаемых электронно-вычислительных машин. Кроме того, следует отметить крайне низкую эффективность использования существующей сети, которая составляет всего лишь 2-5% [7]. Это объясняется такими особенностями современных средств связи, как разделение их на отдельные виды связи с разными способами передачи электрических сигна-

лов по каналам, низкая степень автоматизации, распыление по различным ведомствам и др. Объединение всех средств связи в единую систему передачи информации на базе автоматизации с помощью электронно-вычислительных машин повысит показатель использования существующей сети до 60-80% и более.

Рассмотрим коротко основные понятия и характеристики единой системы передачи информации.

### 2.1 Построение сети

Сеть передачи информации представляет собой совокупность всевозможных "абонентов" (источников и потребителей информации), коммутационных узлов (узлов распределения информации и коммутации) и каналов связи. На рис. 5 показан один из возможных вариантов построения сети.

Источниками и потребителями в единой системе передачи информации являются различные установки электрической связи, вещания, телеуправления, вычислительные машины и т.д., оперирующие электрическими сигналами как в дискретной, так и непрерывной форме. При этом каждый источник, а также каждый отдельный вид сообщения предъявляет свои требования к скорости и надежности передачи информации по сети.

Коммутационные узлы сети в данном примере по аналогии с существующей телеграфной сетью разделяются на главные и областные. Главные коммутационные узлы, возглавляющие зоны единой системы, соединяются между собой по принципу "каждый с каждым" и с тяготеющими к ним областными коммутационными узлами. Основное назначение их - коммутация потоков информации к другим главным узлам и областным узлам своей зоны.

Областные коммутационные узлы соединяются с источниками и потребителями информации, главным узлом своей зоны и, в отдельных случаях, с другими областными узлами. Коммутационный узел выполняет следующие функции: -

а) приём сообщений от источников информации;

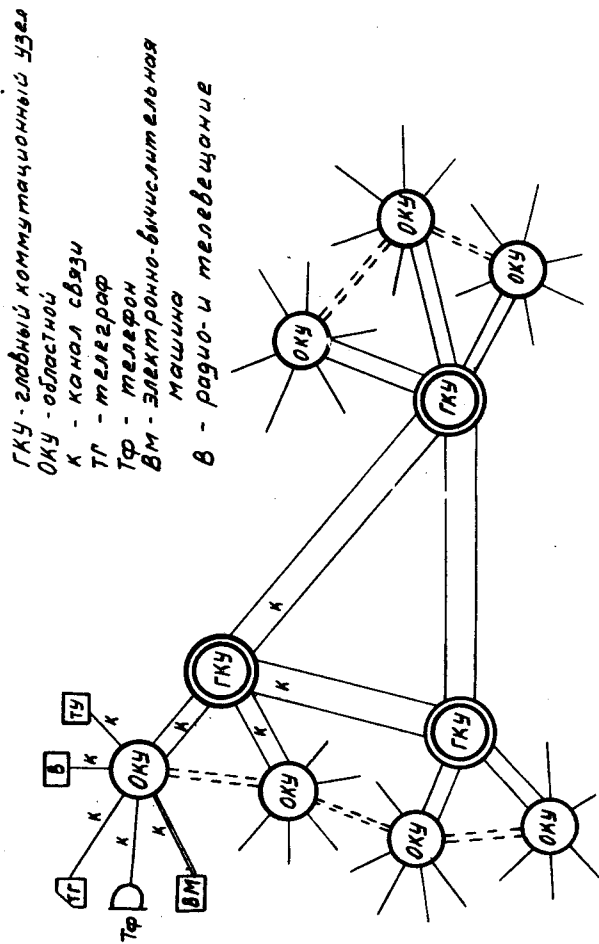


Рис. 5. Вариант построения сети единой системы передачи информации

б) преобразование сообщений из различных источников в единый исходящий поток информации;

в) прием входящего потока информации от главного узла и распределение его между потребителями информации;

г) преобразование электрических сигналов из непрерывных в дискретные и обратно при взаимодействии с различными источниками и потребителями информации.

Коммутационные узлы соединяются друг с другом мощными каналами, из которых объем любого канала, соединяющего непосредственно два коммутационных узла, должен обеспечить полный обмен информацией между узлами в часы наибольшей нагрузки.

Основой для построения сети является: 1) территориальное расположение источников и потребителей информации и 2) их взаимное тяготение, характеризующееся родом, объемом, требованием к скорости и надежности в передаче информации, а также распределением ее во времени и т.д. Сеть связи должна гарантировать выполнение заданных качественных показателей, устойчивость работы при выходах из строя или перегрузках отдельных узлов или каналов связи, предусматривать возможность дальнейшего развития и обеспечивать экономичность по капитальным и эксплуатационным затратам. Последнее требование сводится главным образом к максимальному использованию всех устройств системы [1].

## 2.2. Пропускная способность системы

Увеличение пропускной способности системы можно получить за счет лучшего использования существующих линий и схем связи. Оно может быть достигнуто разрешением таких важных задач, как создание общих потоков информации, создание единых каналов связи, динамического согласования линий и сети в целом, сжатия сообщений. Рассмотрим коротко каждую из них.

Создание общего потока информации. Схема создания общего потока информации показана на рис. 6 [2]. Информация из источников сообщения, в некоторых случаях через преобразователи, поступает в дискретной форме на входы накопителей. По мере накопления информации в накопителях программирующее устройство с помощью переключателя подключает источники к общему выходу с учетом срочности информации. Информация из каждого источника отбирается отдельными последовательными пакетами. Устройство адресования выдает цифровой адрес перед каждой пакетом сообщения.

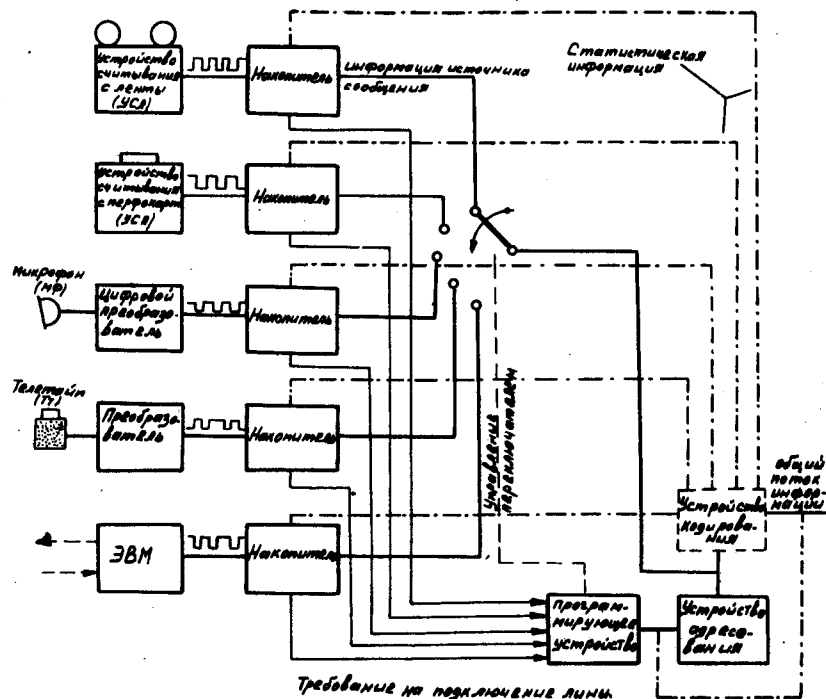


Рис. 6. Пример создания общего потока информации.

Устройство кодирования получает от источников информацию о статистических свойствах сообщения и выбирает наилучшую схему кодирования каждого сообщения, чтобы наиболее оптимальным образом передать сообщение через минимальное число двоичных единиц (с сокращением избыточности).

Таким образом, представляется возможным получить максимальное уплотнение потока информации, поступающей от различных источников. В этом случае все виды сообщений должны приводиться к одному способу передачи. Наиболее удобным, по-видимому, будет кодово-импульсный способ, обладающий многими положительными свойствами, в том числе возможностью непосредственного ввода в вычислительные машины.

Создание единого канала. Схема создания единого канала показана на рис. 7. В этом случае все возможные линии передачи между двумя коммутационными центрами (узлами связи) объединяются в один общий канал, обладающий суммарной пропускной способностью.

Входящий поток информации с помощью программирующего устройства и переключателя I наиболее оптимальным образом распределяется между накопителями, соединенными с различными линиями связи. На приемном конце канала потоки информации из отдельных линий рекомбинируются снова в общий поток информации, аналогичный потоку, поступившему на вход системы.

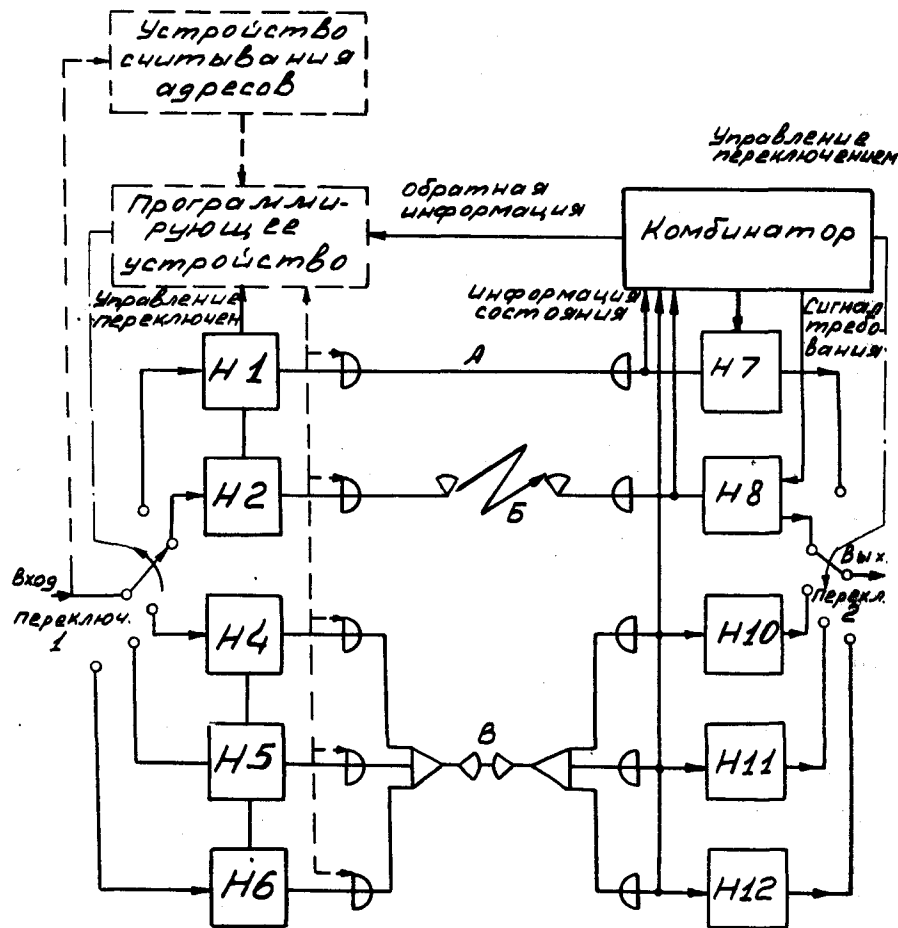
Установлено, что благодаря созданию единого канала можно будет увеличить поток информации по существующим линиям в 1,5 - 4 раза [2].

Динамическое согласование линии и и. Принцип динамического согласования линии означает согласование мгновенной скорости передачи с мгновенной пропускной способностью линии (средней по времени за очень малый интервал). Для осуществления этого принципа требуется использование модемов (модуляторов и демодуляторов) переменной скорости, анализаторов линии и устройств обратной связи. Анализатор линии наблюдает за частотой появления ошибок и их статистическими характеристиками и, в зависимости от состояния линии, подает команды для одновременного изменения скорости модуляторов передатчика и демодуляторов приемника.

При использовании принципа динамического согласования линии для некоторых систем можно будет увеличить пропускную способность в 3 - 10 раз [2].

Динамическое согласование с е-





А - обычный телефонный неуплотненный канал.  
 Б - радиолиния  
 В - радиорелейная или широкополосная кабельная линия

Рис. 7. Пример создания единого канала.

т и. Принцип динамического согласования может быть применен к сети в целом. Задача заключается в оптимальном распределении потока информации в сети в зависимости от состояния пропускной способности отдельных направлений. Благодаря применению динамического согласования сети появится возможность уменьшить избыточную емкость сети или же допустить среднее увеличение нагрузки, близкое к пиковой емкости [2].

Сжатие сообщений. Под сжатием сообщений понимается преобразование статистических характеристик сообщений с целью ликвидации избыточности.

Ликвидация избыточности достигается выбором наиболее оптимальной схемы кодирования сообщения. Например, при передаче сведений, содержащихся в какой-либо таблице, в линию сначала передается схема кодирования её, т.е. порядок размещения данных, порядок их передачи, единицы измерения и т.д., а затем непосредственно табличные данные. На приёмном конце схема кодирования сохраняется и используется в декодирующем устройстве, которое полностью восстанавливает переданную таблицу.

Необходимо ввести количественный способ оценки эффективности действия любой системы по сжатию сообщений.

Если обозначить через

$N_{полн.}$  - полное количество информации, содержащейся в сообщении (без ликвидации избыточности),

$N_{дост.}$  - количество информации, необходимое и достаточное для передачи и восстановления сообщения на приемном конце с заданной степенью соответствия первоначальному сообщению, то каждое сообщение можно охарактеризовать его коэффициентом избыточности как

$$K_{ис} = \frac{N_{полн.}}{N_{дост.}}$$

Тогда действие любой системы по сжатию информации можно оценить с помощью коэффициента фактического сжатия сообщения как

$$K_{фс} = \frac{N_{полн.}}{N_{пер.}}$$

где  $N_{пер.}$  - количество информации, фактически передаваемое по каналу связи при передаче сообщения.

Идеальный случай сжатия сообщения достигается при условии, когда  $N_{пер.} = N_{дост.}$

В современных системах во многих случаях, например при передаче речи по телефонному каналу, фототелеграмм и др., количество передаваемой информации ( $N_{\text{пер.}}$ ) значительно превышает количество информации, содержащейся в самом сообщении ( $N_{\text{полн.}}$ ).

Для осуществления принципа сжатия сообщений в системах передачи информации необходимы дальнейшее изучение статистических характеристик сообщений и разработка эффективных методов кодирования сообщений.

### 2.3. Скорость доставки информации

Скорость доставки информации от источника до потребителя во многих случаях, особенно при обмене информацией между вычислительными машинами, должна измеряться не часами и минутами, как в существующих системах связи, а миллисекундами.

Такая скорость может быть получена только при высокой степени автоматизации всех звеньев передачи информации. В этой области должен быть использован теоретический опыт составления графиков движения, диспетчерского дела, автоматического регулирования движения и теории динамического программирования [1].

### 2.4. Надежность передачи информации

Обеспечение надежности передачи информации предполагает выполнение нескольких важных требований.

Прежде всего, обеспечение устойчивости сети. Сеть должна строиться таким образом, чтобы при повреждении или перегрузке отдельных её участков имелось достаточное количество обходных путей, обеспечивающих передачу информации без задержки. Кроме того, необходимо, чтобы при обходе перегруженного или поврежденного участка не было допущено потери информации в момент появления повреждения.

Не менее важным требованием надёжности является обеспечение наиболее полного соответствия принятого сообщения переданному. Применение помехозащищённых кодов в существующих системах не всегда обеспечивает это условие. Дальнейшая разработка методов повышения надёжности должна привести к выбору наиболее экономичных из них при различных требованиях к связи. Наивыгоднейшие результаты, по-видимому, бу-

дут достигнуты при сочетании методов кодовой защиты с контрольной обратной передачей.

Рассматривая современную технику связи с точки зрения требований, предъявляемых к единой системе передачи информации, можно сделать вывод, что ни один из современных видов связи по главным качественным показателям, таким, как скорость и надежность передачи информации, эффективность использования средств связи, не соответствует этим требованиям.

### 3. ДАЛЬНЕЙШЕЕ РАЗВИТИЕ ТЕЛЕГРАФНОЙ СВЯЗИ

Дальнейшее развитие всех существующих средств связи должно быть направлено к организации единой государственной системы передачи и распределения информации.

Наиболее целесообразным путем к созданию такой системы является развитие телеграфной связи на основе применения электронно-вычислительной техники. По мере своего развития система должна объединять все средства передачи информации и в первую очередь — средства связи, соединяющие различные электронно-вычислительные машины между собой.

Телеграфная связь является наиболее подходящей к непосредственному внедрению в нее средств электронно-вычислительной техники по следующим соображениям:

1. Существующие телеграфные устройства, действующие на принципе кодовой передачи, уже сейчас могут непосредственно работать с электронно-вычислительными машинами. Это дает возможность развивать телеграфную систему путем постепенной замены существующих устройств на более совершенные до полной автоматизации системы.

2. Телеграфная система имеет достаточно хорошо развитую самостоятельную сеть с высококачественными каналами связи. Построение сети допускает возможность постепенной последовательной установки электронно-вычислительных машин на месте существующих телеграфных узлов.

В настоящее время в нашей стране выделяется много средств на автоматизацию телеграфной связи. В то же время наиболее передовые способы автоматизации (система прямых соединений и система кодовой коммутации) находятся по существу на начальной ступени внедрения и не получили еще подавляющего распространения. Поэтому представляется наиболее целесообразным направлять капиталовложения в автоматизацию телеграфной связи имен-

но по пути внедрения в неё электронно-вычислительной техники.

Приведенный в приложении экономический эффект от применения ЭВМ для отдельного телеграфного узла подтверждает эту целесообразность. Следует добавить, что экономическая эффективность от всей системы, построенной на ЭВМ, будет ещё более значительной.

Телеграфная система, построенная на ЭВМ, будет свободна от недостатков, присущих современным средствам связи, и явится базой для создания единой государственной системы передачи информации.

При разработке электронно-вычислительных машин для автоматизации телеграфной связи необходимо учитывать особенность начального этапа её развития с использованием ЭВМ. Эта особенность заключается в неизбежности постепенного внедрения ЭВМ в существующую телеграфную сеть. Первые телеграфные ЭВМ должны стать частью существующей телеграфной системы и работать совместно с действующей сейчас телеграфной аппаратурой. ЭВМ должны согласованно работать с операторами-телеграфистами соседних телеграфных станций и оконечных пунктов, обеспечивая выполнение установленных телеграфных правил.

Необходимость постепенного развития телеграфной системы с помощью электронно-вычислительных машин подсказывает и направление развития самих телеграфных ЭВМ. Вероятно, наиболее целесообразным направлением явится применение для автоматизации телеграфной связи универсальных ЭВМ, дополненных устройствами ввода и вывода информации в каналы связи. Этот путь оправдывается техническими и экономическими соображениями. С развитием системы и усовершенствованием средств передачи информации в таких установках будет производиться лишь замена вводных и выводных преобразователей. Эта замена может производиться неоднократно, в то время, как сами ЭВМ останутся в постоянном использовании.

Кроме того, универсальная ЭВМ в периоды слабой телеграфной нагрузки может успешно использоваться для решения различных других задач. Такими задачами могут быть, например, начисление заработной платы, учет движения материалов на складах, обработка статистических данных, распределение материальных ресурсов, планирование и многие другие. Задачи могут вводиться в машину по существующим каналам связи непосредственно от предприятий.

В дальнейшем система, предназначенная для передачи информации, превратится в единую систему обработки и передачи информации.

В заграничной практике уже имеет место использование элементов вычислительной техники для автоматизации телеграфной связи и объединение электронно-вычислительных машин в системы обработки и передачи информации. Так, например, британской фирмой "Standard Telephones and Cables Limited" разработана скоростная автоматическая электронная система для приёма, передачи и распределения сообщений STRAD (Signals Transmission, Receiving and Distribution). [8]. Основное назначение этой системы - полная автоматизация работы трансляционного телеграфного узла. Благодаря полному использованию электронной аппаратуры оборудование STRAD пропускает до 83000 слов в минуту. Оно может получать сообщения как от ручных, так и от автоматических аппаратов со скоростью до 100 бод. Для подачи сообщения в систему STRAD могут применяться телеграфные аппараты любого типа. Система удовлетворительно работает со всеми типами телеграфных каналов, включая радиолинии, снабженные аппаратурой для обнаружения и исправления ошибок.

Примером объединения электронно-вычислительных машин в систему по обработке и передаче информации является американская военная полевая система Fieldata. Система состоит из ряда универсальных вычислительных машин и преобразовательных устройств. Характерной особенностью системы Fieldata является отсутствие привычных различий между аппаратурой связи и аппаратурой обработки информации, функции передачи информации и обработки её сливаются в едином комплексе устройств. Эта система отличается большой оперативностью, гибкостью, надёжностью в переработке и передаче информации [9].

#### 4. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ БЛОК-СХЕМЫ ТЕЛЕГРАФНОГО УЗЛА С ЭЛЕКТРОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАШИНОЙ

##### 4.1. Общая характеристика блок-схемы

Для автоматизации телеграфного узла нами предлагается система, состоящая из комплекса устройств, предназначенного для работы с существующими установками телеграфной связи. Основное её назначение на первом этапе внедрения - полная автоматизация всего телеграфного процесса по приёму, обработке и пере-

даче телеграфной корреспонденции, служебному обмену с соседними станциями, выполнению статистических и отчетных операций.

Система предполагает выполнение следующих функций:

- а) приема информации одновременно из многих источников (каналов связи);
- б) надежного распознавания элементов телеграфного кода при допустимых искажениях их;
- в) проверки достоверности принятого сообщения;
- г) расшифровки адреса и индекса срочности телеграмм;
- д) сортировки телеграмм по направлениям передачи;
- е) передачи телеграмм по исходящим каналам с учетом их срочности;
- ж) долговременного хранения телеграмм в необходимых случаях;
- з) выполнения статистических и отчетных операций;
- и) обеспечения непрерывности работы узла;
- к) обеспечения возможности контроля приема по каналам связи;
- л) выполнения служебного обмена с соседними телеграфными станциями.

Главным элементом блок-схемы (см.рис. 8) является универсальная электронно-вычислительная машина. Она дополняется устройствами приема и передачи, которые служат главным образом в качестве буферных устройств для согласования быстродействующей ЭВМ с относительно медленнодействующими телеграфными каналами.

Сплошными линиями на схеме показано направление движения потока информации. Основной путь обработки информации проходит от устройства приема через ЭВМ к устройству передачи. В то же время предусматривается возможность передачи информации в долговременную память от всех блоков системы. Пунктирными линиями обозначается взаимодействие блоков по управлению и контролю за действием системы.

#### 4.2. Устройство приема

Приемное устройство предназначается для выполнения одновременного приема сообщений, поступающих в телеграфный узел по различным каналам связи. Оно обеспечивает возможность приема телеграфного кода при любых скоростях телеграфирования, в том числе из радиоканалов.

На входе приемного устройства производится преобразова-

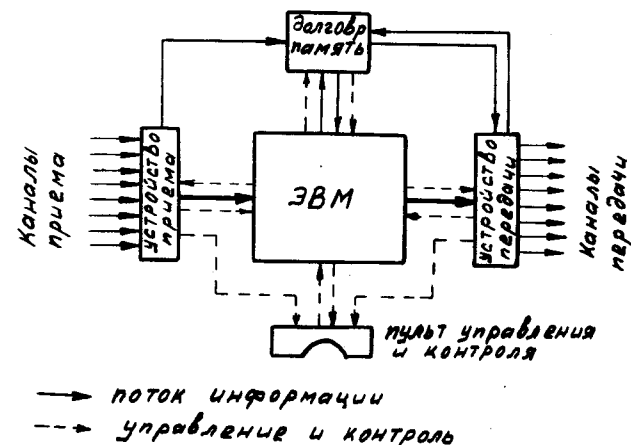
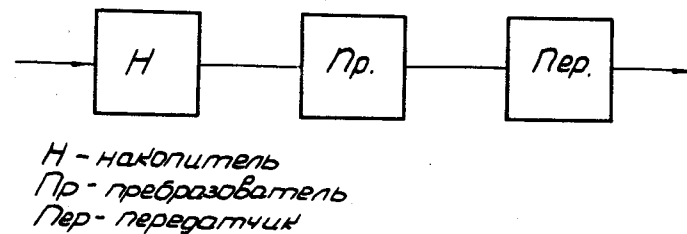


Рис. 8. Примерная блок-схема аппаратуры телеграфного узла с ЭВМ



Н - накопитель  
Пр. - преобразователь  
Пер. - передатчик

Рис. 9. Буферное устройство канала передачи.

ние временного телеграфного кода в цифровой код. Запись элементов телеграфного кода в память приемного устройства выполняется в цифровом коде.

Частота квантования в преобразователе кода выбирается в зависимости от скорости телеграфирования по каналу и заданной исправляющей способности устройства при допустимых искажениях в каналах связи.

Для облегчения условий работы основной телеграфной ЭВМ в приемном устройстве предусматривается выполнение операций по выделению знаков телеграфного кода. В оперативную память основной ЭВМ телеграфные знаки из приемного устройства записываются в виде пятизначного двоичного кода. Выделение знаков телеграфного кода производится по определенной программе с восстановлением искаженных элементов кода. Таким образом, приемное устройство представляет собой самостоятельную специализированную ЭВМ с ограниченным количеством команд и с быстрым действием, достаточным для обслуживания определенного количества входящих каналов.

#### 4.3. Основная телеграфная ЭВМ

Универсальная ЭВМ является основным устройством автоматического телеграфного узла. Она выполняет все операции по автоматической обработке телеграмм, служебному обмену с соседними станциями, управлению телеграфными потоками по отдельным направлениям, управлению всеми устройствами узла, обеспечению контроля и сигнализации о состоянии отдельных устройств телеграфного узла и каналов связи и др.

Одной из главных особенностей автоматизации телеграфной связи с применением ЭВМ является возможность обеспечения проверки достоверности принятого сообщения. При работе двух ЭВМ между собой эта проверка осуществляется применением помехозащищенных кодов с контрольной обратной передачей. При работе ЭВМ по обычным телеграфным линиям и каналам необходимо на всех передающих к ЭВМ аппаратах установить дополнительные устройства — автоматические контрольные счетчики, которые через определенные интервалы времени должны автоматически передавать в ЭВМ контрольную сумму элементарных положительных или отрицательных посылок текущей телеграфной передачи. При несовпадении двух контрольных сумм, переданных от оконечного аппарата и подсчитанных в ЭВМ, в пункт передачи посылается запрос на повторение передачи.

Такой способ проверки достоверности сообщения обеспечивает достаточно высокую степень надежности передачи.

Все действия телеграфной ЭВМ по автоматической обработке телеграмм и выполнению всех других операций производятся по заранее составленной программе. Осуществление всех функций телеграфного узла программным способом на универсальной вычислительной машине дает возможность получить очень гибкую телеграфную систему благодаря тому, что любые изменения условий в работе узла могут быть легко выполнены на ЭВМ путем изменения программы.

Важнейшим требованием, предъявляемым к телеграфной ЭВМ, является надежность ее работы. Машина должна обеспечить непрерывный прием и обработку телеграмм. Для удовлетворения этого требования производится удвоение, а в некоторых случаях — утроение отдельных блоков машины, быстрое переключение на резервное оборудование без потери информации в машине и надежная система сигнализации о повреждениях. Кроме того, на случай кратковременных перерывов в работе основной ЭВМ предусматривается возможность записи поступающей информации в долговременную память для последующей ее обработки.

#### 4.4. Устройство передачи

Устройство передачи служит в качестве буферного устройства для согласования работы электронно-вычислительной машины с каналами передачи телеграфной корреспонденции. Блок-схема буферного устройства для одного канала передачи показана на рис. 9.

Здесь производится накопление поступающей из ЭВМ информации и преобразование ее из машинного двоичного кода во временный телеграфный код с дальнейшей передачей в исходящий канал.

Запись информации из ЭВМ в накопитель  $N$  производится со скоростью работы машины. Из накопителя информация выбирается в преобразователь  $Pr$  со скоростью работы телеграфного канала передачи. По мере освобождения накопителя при передаче производится периодическое заполнение его информацией из ЭВМ.

Блок передачи  $Per$  выполняет непосредственно функцию передачи информации в канал связи.

В зависимости от типа применяющихся устройств может быть произведено объединение отдельных функций в одном устройстве.

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СРАВНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ВАРИАНТОВ  
АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕЛЕГРАФНОГО УЗЛА

Для оценки экономической эффективности различных способов автоматизации телеграфной связи произведен грубый расчет вариантов для одного крупного телеграфного узла, характеристики которого видны из таблицы 2.

Т а б л и ц а 2

Наименование связей	Количество связей	Средняя длина, км	Месячный обмен в тыс. телегр.			Количество каналов при системах транзита			
			принято	передано	итого	АТОЛ	КК	ПС	ЭВМ
Магистральные связи	30	3300	711,8	924,7	1635,5	56	56	358	56
Внутриобластные связи	54	150	87,5	80,1	167,6	36	36	47	36
Городские связи	76		179,1	190,1	369,2	40	40	48	40
Всего:			978,4	1194,9	2172,3	132	132	453	132

Примечание.

1. АТОЛ - система с отрывом и транспортировкой ленты;
2. К К - система кодовой коммутации;
3. П С - система прямых соединений;
4. ЭВМ - система с применением электронно-вычислительной машины.

Расчет сделан для всех существующих систем автоматизации и автоматизации с использованием вычислительной машины.

Для последнего случая были приняты следующие предположения:

- 1) в качестве электронно-вычислительной машины (ЭВМ) принята современная большая ЭВМ лампового типа;
- 2) ЭВМ работает с существующими телеграфными устройствами и каналами связи.

Исходя из последнего предположения, условно принимают,

что коэффициент использования каналов связи сохраняется таким же, как и в системе с кодовой коммутацией.

Результаты расчета сведены в таблицу 3. Они показывают, что капитальные вложения в систему автоматизации с применением ЭВМ соизмеримы с капиталовложениями в системы КК и ПС. В то же время значительно снижаются эксплуатационные расходы и производственный штат по станции (см. табл. 3).

Т а б л и ц а 3

Расчет капитальных вложений и эксплуатационных затрат при различных вариантах автоматизации телеграфного узла при обмене 2172,3 телеграмм в месяц, при средней длине магистрали 3300 км

Системы связи	Капитальные вложения, тыс. руб.			Эксплуатационные расходы в год, тыс. руб.			Производственный штат
	по станции	по линии магистральной связи	итого	по станции	по линии магистральной связи	итого	по станции
АТОЛ	118,0	92,4	210,4	666,0	16,8	682,8	565
КК	428,5	92,4	520,9	420,1	16,8	436,9	273
ПС	230,0	591,0	821,0	201,5	107,4	308,9	118
ЭВМ	500	92,4	592,4	160,0	16,8	176,8	38

Сравнение систем автоматизации может быть проведено по принятому в хозяйстве связи сроку окупаемости по формуле [II]

$$K_c + TC = \text{минимум,}$$

где  $K_c$  - сумма капитальных затрат по варианту,  
 $C$  - сумма эксплуатационных затрат по варианту,  
 $T$  - 6,6 - нормативный срок окупаемости.

При этом выявляются следующие результаты в тыс. руб.

- для системы АТОЛ  $210,4 + 6,6 \cdot 682,8 = 4710,4$
- для системы КК  $520,9 + 6,6 \cdot 436,9 = 3400,9$
- для системы ПС  $821,0 + 6,6 \cdot 308,9 = 2861,0$
- для системы ЭВМ  $592,4 + 6,6 \cdot 176,8 = 1742,0$

Таким образом, из всех систем автоматизации телеграфной связи экономически наиболее эффективной представляется система с применением электронно-вычислительных машин.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Рогинский В.Н. Научные вопросы построения единой системы передачи информации.-Вестник АН СССР, 1962, I, 35-43.
2. Филипповский Р.И. и Шерер Е.Х. Системы будущего для передачи цифровой информации.-Зарубежная радиоэлектроника, 1961, 12, 15-32.
3. Студитова М.П. Автоматизация телеграфной связи. М., Связьиздат, 1959.
4. Парамнэк Г.Ф. и Кашеев А.М. Аппаратура автоматизированного переприема телеграмм с кодовой коммутацией.- Вестник связи, 1958, 3.
5. Зелигер Н.Б. Курс телеграфии. ч. I. М., Связьиздат, 1961.
6. Наумов Н.А. и Чанцов С.Д. Курс телеграфии. ч. II. М., Связьиздат, 1961.
7. General-Purpose computer to Direct Communications.-Electron Design, 1960, 8, 23.
8. Скоростная автоматическая электронная система для приема, передачи и распределения сообщений.-Британская промышленность и техника, 1960, 35. XI-XII. 6.
9. Luebbert W.F. Data Transmission Equipment Concepts for Fielddata.- Proceedings of the Western Joint Computer Conference. 1959, III, p.189-196.
10. Основные положения организации телеграфной связи при системе прямых соединений. М., Мин-во связи Союза СССР, 1961.
11. Кулешов С.М. Методика расчетов экономической эффективности телеграфной техники. М., Связьиздат, 1961.
12. Евреинов Э.В., Косарев Ю.Г. О возможности построения вычислительных систем высокой производительности. Новосибирск, Изд-во СО АН СССР, 1962 г.