А. Н. КИСЕЛЕВ

К-44

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА УПРАВЛЕНИЯ СУДОХОДСТВОМ

Допущено Управлением кадров и учебных заведений МРФ в качестве учебного пособия для вузов водного транспорта

ОО 24297Ф

БИБЛИОТЕКА
Новосибирского института
инженеров водного транспорта

МОСКВА «ТРАНСПОРТ» 1973

УДК [658.012.011.56:656.62.052] (075.8)

Технические средства управления судоходством. Киселев А. Н. М., «Транспорт», 1976, с. 272.

Цель книги — дать студентам экономических и эксплуатационных факультетов воднотранспортных вузов необходимые знания по устройству, принципу действия технических средств управления (средств связи, вычислительной и оргтехники), используемых для управления судоходными предприятиями (пароходствами, портами, объединениями).

В книге рассматриваются вопросы технического обеспечения автоматизированных систем на водном транспорте, технологии передачи информации между уровнями управления по различным каналам связи, автоматизации ее обработки с помощью вычислительных машин. Основное внимание уделено назначению, принципу работы и возможности применения на водном транспорте периферийной аппаратуры автоматизированных систем, средств сбора и регистрации информации, устройств подготовки и обработки данных, систем передачи информации по различным каналам связи, а также вопросам проектирования обработки информации и решения задач управления с использованием технических средств.

Учебное пособие разработано в соответствии с программой дисциплины «Технические средства управления судоходством» по специальности № 2035 (экономическая кибернетика). В его составе не рассматриваются вопросы, входящие в состав других дисциплин: «Электротехника и электроника», «Вычислительная математика и алгоритмические языки», «Автоматизированные системы управления».

Учебное пособие может быть использовано студентами и аспирантами других специальностей, а также инженерно-техническими работниками, занимающимися вопросами технического обеспечения автоматизированных систем управления.

Рис. 81, табл. 14, список лит. 34 назв.

К $\frac{31807—331}{049(01)—76}$ 331—76

© Издательство «Транспорт», 1976 г.

ОТ АВТОРА

В Проекте ЦК КПСС XXV съезду КПСС «Основные направления развития народного хозяйства на 1976—1980 годы» ставится задача дальнейшего совершенствования системы управления народным хозяйством.

Поставленные большие задачи в области развития экономики страны тесно связаны с проблемами создания автоматизированных систем управления, развитием технической базы управления.

В течение восьмой пятилетки в сферу управления было внедрено 417 автоматизированных систем управления, в девятой пятилетке — около 1700, выпуск вычислительной техники увеличился в 4 раза.

В десятой пятилетке должен возрасти не менее чем в 1,8 раза по сравнению с девятой выпуск средств вычислительной техники. Соответственно увеличивается объем производства электронных вычислительных машин, а также средств передачи информации в комплекте со всеми устройствами ввода и вывода информации, периферийными устройствами.

Вычислительная мощность машин должна возрасти в результате производства более мощных ЭВМ и совершенной аппаратуры сбора и передачи информации.

Для обеспечения выполнения этих задач уже в настоящее время создается материальная база в виде электронного оборудования, осуществляются мероприятия по проектированию новых средств вычислительной техники, увеличению мощностей предприятий, выпускающих электронные вычислительные машины и другие машины комплекса технических средств АСУ и эксплуатационных материалов.

Одной из важнейших задач в области совершенствования управления стоит задача создания отраслевых автоматизированных систем управления, т. е. создания в каждой отрасли сети АСУ на всех уровнях управления сверху донизу.

Современные автоматизированные системы управления создаются как комплексные интегрированные системы обработки дан-

ных с постоянно нарастающим уровнем автоматизации процессов управления. Это создает большие предпосылки для повышения экономической эффективности внедрения экономико-математических методов и вычислительной техники в сферу управления.

Большие затраты на проектирование и создание АСУ, приобретение технических средств управления окупятся благодаря совершенствованию методов управления, сокращению затрат на обработку информации, совершенствованию системы управления, более обоснованному и быстрому принятию решений.

Как и во всех отраслях народного хозяйства, на речном транспорте широко внедряются экономико-математические методы и вычислительная техника в сферу управления министерством в целом, пароходствами и портами, разрабатываются автоматизированные системы управления отдельными предприятиями.

Автоматизированная система управления речным транспортом (АСУ «Речфлот») разрабатывается как совокупность автоматизированных систем трех уровней:

АСУ центрального аппарата министерства,

АСУ пароходства,

АСУ порта.

Разработка АСУ представляет собой решение вопросов:

1) совершенствование организационной структуры системы управления;

2) разработка и внедрение комплекса задач управления с использованием современных экономико-математических методов и вычислительной техники;

3) совершенствование информационного обеспечения;

4) техническое обеспечение функционирования АСУ;

5) математическое обеспечение.

Автоматизированная система управления представляет собой систему управления с применением средств автоматической обработки данных (ЭВМ, устройств накопления, регистрации, отображения и др.) и экономико-математических методов для регулярного решения основных задач управления производственно-хозяйственной деятельностью предприятия, отрасли.

В девятой пятилетке на речном транспорте созданы первые очереди АСУ в Ленинградском, Московском Южном и Северных портах. Кроме того, разработаны отдельные подсистемы в Северо-Западном, Волжском объединенном, Камском, «Волготанкер» и Иртышском пароходствах. В настоящее время в системе МРФ созданы и функционируют вычислительные центры в ряде пароходств.

В десятой пятилетке на речном транспорте будет разрабатываться и внедряться вторая очередь АСУ «Речфлот» во всех уровнях управления, значительно расширится сеть вычислительных центров.

На современном уровне развития системы управления представляют собой сложные организационно-технические комплексы. Поэтому наряду с теоретическим знанием основ управления судо-

ходством, большое внимание должно уделяться изучению технических средств управления и умению пользоваться ими в производственной деятельности транспортных организаций и предприятий.

Курс «Технические средства управления судоходством» имеет целью дать студентам необходимые теоретические знания по устройству технических средств управления (средств вычислительной техники, связи и оргтехники) и принципу их действия, а также привить практические навыки по их использованию при автоматизированном управлении судоходством.

Предметом данного курса является изучение принципа работы и технико-эксплуатационных возможностей технических средств управления, а также организация машинной обработки информации при создании АСУ на водном транспорте.

ГЛАВА I.

ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СБОРА И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ ПРИ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ СУДОХОДСТВОМ

§ 1. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ СУДОХОДСТВОМ

В период совершенствования системы управления народным хозяйством технические средства играют важную роль в управлении. Увеличение объемов производства, усложнение связей, специализация и кооперирование привели к бурному росту информации, необходимой для управления.

Механизация и автоматизация обработки информации по управлению стала возможной при появлении технических средств, способных выполнять различные вычислительные и логические операции значительно быстрее человека, хранить длительное время большие объемы информации, передавать необходимые данные по управлению с большими скоростями, собирать, накапливать и обрабатывать данные автоматически без участия человека, быстро решать многовариантные задачи по планированию, оперативному регулированию, учету и анализу работы предприятий.

Использование современных технических средств в системе управления позволяет повысить ее эффективность благодаря применению принципиально новых методов управления (прогнозирование, оптимизация, многовариантность решения и т. д.), внедрение которых, теоретически возможное и при ручных методах сбора и обработки информации, более успешно реализуется с помощью технических средств, автоматизирующих эти процессы; повышению производительности аппарата управления за счет освобождения его от рутинной обработки информации; увеличению скорости, достоверности и точности сбора и обработки информаци; улучшению оперативности и обоснованности принятия решения.

В отношении технического обеспечения АСУ представляет собой систему управления с применением современных технических средств, автоматизирующих процессы сбора и подготовки информации, передачи, обработки, хранения и выдачи информации.

При создании АСУ на водном транспорте на технические средства управления возлагается выполнение следующих функций:

1) механизация и автоматизация фиксации первичной информации, получения первичных документов с одновременной выдачей машинных носителей информации, пригодных для передачи

данных по каналам связи в вычислительные центры, ввода данных в вычислительные машины;

2) автоматизация сбора информации о состоянии перевозочного процесса, передачи ее от источников информации в органы управления и обработки информации;

3) автоматизация обработки, накопления и хранения информации о состоянии перевозочного процесса, ведение различных форм бездокументного учета, т. е. накопление сведений о работе предприятий в различных аспектах и хранение этих данных на машинных носителях;

4) автоматизация подготовки исходных данных для решения задач управления машинным или ручным способом, в том числе выдача справок на запросы аппарата управления о состоянии перевозочного процесса в различных аспектах;

5) машинное решение задач оперативного и статистического учета и анализа работы предприятия, планирования и регулирования его работы;

6) выдача результатов решения задач потребителю, т. е. органам управления и объектам управления в удобном для восприятия виде.

В свою очередь система управления производством при автоматизации управления предъявляет повышенные требования к используемым в ее составе техническим средствам. Основные из них следующие:

обеспечение решения всего заданного комплекса задач управления;

агрегатируемость устройств различного типа, возможность расширения и развития комплекса технических средств при расширении системы, состава источников информации, круга решаемых задач;

выполнение временных ограничений по всем задачам, обеспечение своевременного и качественного решения задач управления;

наличие программной, информационной и технической совместимости, исключение дополнительных процедур по преобразованию информации;

обеспечение необходимой надежности сбора и обработки информации, достоверности и точности перерабатываемой информации и решения задач;

обеспечение при необходимости «документальности» представления информации;

невысокие капитальные и эксплуатационные затраты;

простота в эксплуатации и высокая ремонтопригодность и т. д.

В системах управления, к которым относятся и экономические системы, взаимодействие между отдельными элементами осуществляется на основе информационных связей.

Слово «информация» произошло от латинского слова informatio (разъяснение, изложение). В философском аспекте понятие информация достаточно сложно и многогранно. Оно представляет собой сведения об окружающем мире и протекающих в нем про-

цессах, которые воспринимают живые организмы, машины и другие информационные системы. В зависимости от задач исследований, области применения, в которой оперируют этим понятием, в него вкладывается определенный смысл.

Под экономической информацией понимается совокупность сведений, необходимых для решения задач управления. Информация является основой для осуществления процессов управления. Она отражает состояние системы в целом и ее отдельных элементов, характеризует деятельность предприятий. В этом плане под информацией можно понимать совокупность сведений, уменьшающих неопределенность в той области, к которой она относится.

Информация имеет форму (способ представления) и содержание (смысл).

Содержание определяется составом задач, для решения которых предназначается информация.

Способ представления информации тесно связан с комплексом технических средств, используемых для регистрации, сбора, передачи и обработки информации.

Технологические процессы регистрации, сбора и обработки информации в АСУ с использованием технических средств управления должны удовлетворять следующим условиям:

1) использование минимального объема информации, сведений для решения задач управления соответствующим уровнем системы. Выполнение этого требования достигается стандартизацией и унификацией информации на основе анализа решаемых задач управления, стандартизацией и унификацией документации;

2) обеспечение одноразового ввода и накопления информации, т. е. все основные данные, на основе которых создается АСУ, должны вводиться в хранилище информации один раз и храниться до тех пор, пока есть в них потребность;

3) возможность совмещения подготовки исходных данных с подготовкой первичного документа;

4) обеспечение принципа первичности информации, т. е. чтобы в систему для решения задач управления подавались только первичные данные, на базе которых могут быть получены любые производные величины;

5) организация работы технических средств АСУ таким образом, чтобы была обеспечена автоматизация как сбора информации и решения задач управления, так и выдачи результатов решения в удобном для человека виде и передачи решения по каналам связи потребителю;

6) разнообразие форм представления данных. Обеспечение возможности представления аппарату управления в результате решения задач необходимых показателей в виде текста, графиков, таблиц на бумажных носителях, изображений на экранах, табло, мнемосхемах и т. д.;

7) такое построение системы обработки и хранения информации, чтобы увеличение объемов данных не вызывало коренных изменений ее;

8) взаимосвязь и преемственность процессов регистрации, сбора и переработки информации.

Используемые в системах управления технические средства управления можно классифицировать по различным признакам.

По технологическому признаку, отражающему стадии преобразования информации в системе управления, технические средства управления подразделяются на следующие группы устройств:

средства регистрации и сбора информации,

средства передачи информации,

средства обработки информации,

средства накопления, выдачи, отображения и размножения информации.

Средства регистрации и сбора информации являются периферийными устройствами АСУ и устанавливаются в местах зарождения информации. Они предназначаются для фиксации состояния и изменений производственного процесса, механизации и автоматизации формирования первичной информации, выдачи машинных носителей, используемых для дальнейшей передачи данных, или передачи информации непосредственно в узел ее обработки.

Средства регистрации и сбора информации подразделяются на простые и многофункциональные устройства.

Простые средства регистрации информации используются в основном в системах управления технологическими процессами.

Многофункциональные системы позволяют осуществлять ввод информации от нескольких датчиков (клавиатуры, перфокарт, перфожетонов, переключателей и т. д.), выдавать документы и машинные носители информации. Эти устройства устанавливаются в местах формирования первичной информации и обычно непосредственной связи с вычислительными машинами не имеют. Они могут использоваться так же как средства оргатехники, выдающие печатные документы для совершенствования делопроизводства.

При создании АСУ «Речфлот» устройства этого типа можно рекомендовать для установки там, где зарождается первичная информация, основные документы,— на причалах портов, в грузовых конторах, на складах, в грузовых районах и т. д.

Многофункциональные средства регистрации и сбора информации делятся на следующие подгруппы:

устройства регистрации информации, регистраторы производства и регистраторы информации,

устройства дистанционного сбора информации,

диспетчерские установки оперативного контроля,

терминальные устройства абонентских пунктов,

организационные автоматы и автоматические пишущие машинки с перфоприставками.

Кроме того, в качестве средств регистрации и сбора информации используются фактурно-бухгалтерские машины и автоматы, а также телеграфные аппараты и другие устройства.

Средства передачи информации предназначаются для обмена информацией между объектами возникновения информации, орга-

нами управления и вычислительными центрами. Обмен информацией может осуществляться в непрерывном виде, не пригодном для машинной обработки, и в дискретном виде, пригодном для фиксации на машинных носителях информации.

Средства обработки информации предназначаются для преобразования исходной информации в такой вид, в каком она может быть использована при управлении и для решения задач управления. Эти средства включают в свой состав вычислительные машины и устройства подготовки данных.

Вычислительные машины подразделяются на машины непрерывного действия (аналоговые вычислительные машины) и дискретного действия (цифровые вычислительные машины).

Аналоговые машины не нашли широкого применения в управлении экономическими системами и в основном используются для управления технологическими процессами и решения научно-технических задач.

Цифровые вычислительные машины нашли большое применение при решении задач управления экономическими системами и являются основной технической базой обработки информации в АСУ. Цифровые вычислительные машины бывают клавишные (КВМ), перфорационные (ПВМ) и электронные (ЭВМ).

Устройства подготовки данных (УПД) предназначаются для подготовки и предварительной обработки машинных носителей информации. Они используются в комплекте с перфорационными и электронными вычислительными машинами. В зависимости от способа ввода данных УПД подразделяют на две группы: с ручным вводом и управлением и с автоматическим вводом и управлением, в том числе и от программы.

К первой группе относятся устройства, с помощью которых данные заносятся на машинные носители информации (перфокарты, перфоленты, магнитные ленты) вручную с клавиатуры. Работой устройства также управляет человек-оператор с помощью клавиатуры.

Вторая группа УПД включает в свой состав устройства, информация в которые вводится с машинных носителей или документов, а управление осуществляется по заранее составленной программе. К ним относятся устройства перезаписи информации, перфораторы с автоматическим вводом и управлением, машины для упорядочения массивов перфокарт, читающие устройства.

Средства вывода, накопления и размножения информации предназначаются для получения результатов решения в удобном для восприятия виде и необходимом количестве носителей информации. В эту группу устройств входят:

средства отображения информации на табло и мнемосхемы, буквопечатающие устройства;

устройства накопления и поиска информации на немашинных носителях информации (микрофильмы и т. д.) и машинных;

средства копирования и размножения документов и т. д.

§ 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА СБОРА, ПЕРЕДАЧИ И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ ПРИ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ СУДОХОДСТВОМ

Основная техническая база автоматизированной системы каждого уровня — совокупность технических средств, размещенных в вычислительных центрах (ВЦ), а также средств связи и периферийной аппаратуры. Вычислительные центры, на базе которых внедряется автоматизированная система управления водным транспортом, создаются во всех основных звеньях управления.

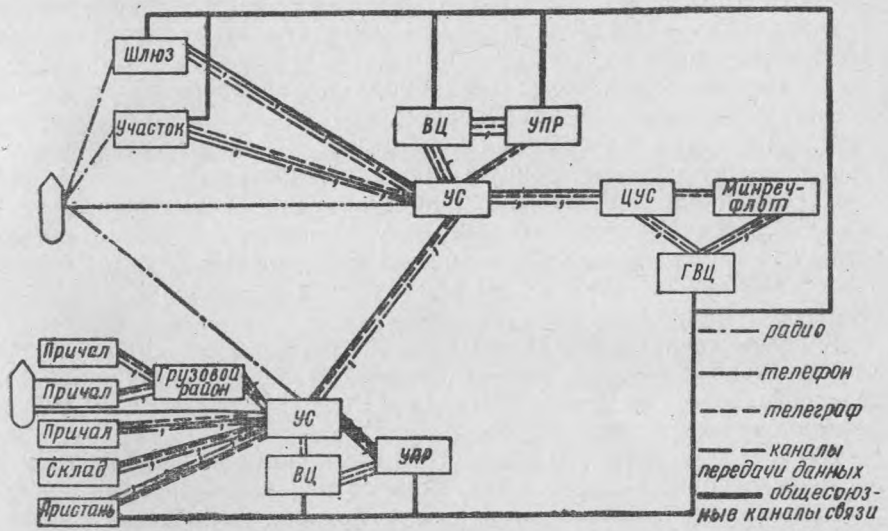


Рис. 1. Технологическая схема сбора и обработки информации по управлению судоходством:
ВЦ — вычислительный центр; *УС* — узел связи; *УПР* — управление; *ЦУС* — центральный узел связи; *ГВЦ* — главный вычислительный центр

На рис. 1 представлен вариант обобщенной технологической схемы сбора, обработки и обмена информацией между уровнями управления речным транспортом.

Каждый уровень управления в АСУ на данной схеме представлен органом управления (аппаратом управления), узлом связи и вычислительным центром. На схеме представлены в основном связи между уровнями управления. Связи между подразделениями на каждом уровне управления во многом зависят от конкретных условий.

Управление речным транспортом осуществляется на основе информации, поступающей от нижнего уровня на верхний по цепочке: судно, порт — пароходство — министерство, а управляющие решения передаются по цепочке: министерство — пароходство — порт, судно. На каждом уровне управления происходит обмен ин-

формацией между органом управления рассматриваемого уровня и вычислительным центром.

Информация между уровнями управления передается через узлы связи, а между аппаратом управления и вычислительным центром одного уровня — непосредственно, минуя узел связи.

В ряде случаев функции отдельных вычислительных центров будут совмещены и эта схема несколько видоизменится. Например, в настоящее время Главный вычислительный центр МРФ обрабатывает информацию и решает задачи для центрального аппарата министерства, Московского речного пароходства, Московских Южного и Западного портов.

Кроме того, возможны варианты, когда например, информация по управлению работой порта будет обрабатываться вычислительным центром пароходства, кустовым или ВЦ других ведомств. При этом видоизменяется технология сбора и обработки информации по управлению речным транспортом.

Для передачи информации используются каналы связи, имеющие различную ведомственную принадлежность.

Основная часть информации поступает по ведомственным каналам или каналам, арендованным у Министерства связи. Контролируют и обслуживают эти каналы специальные службы связи. Узлы связи существуют на каждом уровне управления (в министерстве, пароходстве, порту).

К ведомственным каналам относятся радиоканалы, телефонные каналы ведомственные (коммутированные, некоммутированные), телеграфные каналы, абонентский телеграф, курьерская связь, специальная сигнализация.

Следует отметить, что ведомственные каналы на водном транспорте (в основном радиосвязь), помимо передачи информаций по управлению перевозочным процессом, призваны обеспечивать безопасность движения судов по водным путям, а также оказывать услуги связи пассажирам и экипажам судов.

Кроме того, органы управления водным транспортом обмениваются информацией с помощью каналов, принадлежащих Министерству связи СССР. К этим каналам относятся почта, телефон, телеграф.

Информация от одного органа управления к другому и обратно в некоторых случаях передается с помощью специальной аппаратуры передачи данных по телефонным и телеграфным каналам с повышенной скоростью и достоверностью.

На каждом уровне управления (в министерстве, пароходстве, порту) обмен информацией между вычислительным центром, аппаратом управления и узлами связи производится в определенной последовательности.

Необходимая для решения задач управления плановая и оперативная информация поступает в вычислительный центр из узла связи и от аппарата управления. От аппарата управления, кроме того, передаются запросы на решение задач или подготовку информации.

Результаты решения задач передаются в орган управления в удобном для восприятия человеком виде, а после анализа и проверки человеком — через узел связи в соответствующие органы.

Передача от узла связи в вычислительный центр производится по телеграфным и телефонным каналам с помощью обычной и специальной аппаратуры.

В орган управления информация передается по телеграфным и телефонным каналам, а также с помощью специальной аппаратуры обмена информацией непосредственно с вычислительной машины по некоммутируемым каналам для выдачи информации на печатающее устройство, телевизионное устройство и т. д.

Варианты технологических схем сбора и обработки информации в порту и в пароходстве во многом зависят от конкретных условий и особенностей работы каждого порта или пароходства. Поэтому можно высказать только общие рекомендации.

В системе управления портом основные источники первичной информации — суда, причалы, грузовые районы, пристани, смежные виды транспорта, склады и т. д.

В пунктах зарождения информации следует установить периферийные устройства, с помощью которых можно одновременно с выдачей документа получить машинный носитель информации — перфоленту, перфокарту. Конкретный тип периферийного устройства (пишущая машинка, регистратор производства, регистратор информации, фактурная машина, телеграфный аппарат и т. д.) выбирается в зависимости от конкретных условий.

В некоторых случаях могут быть рекомендованы автоматизированные системы сбора информации, собирающие информацию с нескольких периферийных устройств и выдающие машинный носитель.

Полученная на причалах, пристанях, складах и т. д. перфолента должна быть передана по каналам связи в вычислительный центр для дальнейшей обработки.

Возможен также вариант сбора информации по телефону, телеграфу или в виде документа в промежуточном звене, например в управлении грузовым районом, где могут производиться первичная обработка и заполнение документов, а также решение задач, касающихся внутренней деятельности района. В таком пункте может быть установлена периферийная аппаратура подготовки информации, аппаратура передачи информации по телефонным каналам. В случае, если объем работы грузового района достаточно велик, можно установить небольшую вычислительную машину на грузовом районе или канал непосредственного доступа к ЭВМ, находящейся в вычислительном центре порта.

Пример такого промежуточного звена — Невский грузовой район, расположенный территориально далеко от управления Ленинградского порта. Естественно, что в управлении таким районом имеется достаточно большое количество автономных задач. Поэтому в этом районе вычислительная машина должна быть настольного типа с небольшим объемом памяти, но такая, чтобы ее экс-

плуатация не вызывала увеличения аппарата управления. Такой машиной может быть электронный фактурный автомат.

Так как объем информации в первичных пунктах невелик, передавать ее в вычислительный центр или в пункт вторичного сбора (от причала в управление грузовым районом) можно с помощью телеграфных аппаратов или аппаратуры передачи данных по телеграфным каналам.

Информация о работе отдельных подразделений порта в основном должна передаваться в вычислительный центр порта через его узел связи. Однако возможен вариант, например, передачи информации непосредственно в вычислительный центр. Этот вариант возможен в случае, если порт не имеет своего ВЦ и задача решается на арендованной вычислительной машине, а также в случае, когда технологически и экономически целесообразнее передать данные непосредственно в ВЦ.

Обмен информацией между узлом связи порта и ВЦ порта, узлом связи порта и узлом связи пароходства (ВЦ пароходства) лучше организовать с помощью аппаратуры передачи данных по телефонным каналам, так как объем информации будет достаточно велик и загрузка на телеграфные каналы возрастет настолько, что они не смогут справиться со сбором информации в необходимые сроки.

Обратную передачу результатов решения задач учета, планирования и регулирования из ВЦ порта в управление порта можно производить через специальные каналы передачи данных. В случае, если арендуется ЭВМ другого предприятия, то информацию следует также передавать по каналу связи, телеграфному или телефонному. Дальнейшее доведение результатов решения до нижестоящих подразделений порта можно осуществлять с помощью телеграфа или фототелеграфа из управления портом через узел связи порта.

Информацию в узел связи пароходства можно собирать по различным каналам связи: от судов — непосредственно по радио или через эксплуатационные участки по телеграфным каналам, от эксплуатационных участков — по телефону и радио или в виде дискретных сообщений по телеграфным каналам, от портов — по телефону и в виде дискретных сообщений, а также по телеграфным каналам. По этим же каналам будет передаваться информация в обратном направлении.

Таким образом, сбор информации в рамках АСУ пароходства требует более мощных технических средств передачи данных, чем на нижнем уровне. Эти средства должны обеспечивать не только повышенную скорость, но и достоверность, так как ручной контроль за информацией со стороны человека должен быть минимальным. Передача и обработка информации должна быть максимально автоматизирована.

В зависимости от объема информации и загрузки каналов могут использоваться как коммутируемые, так и некоммутируемые каналы связи.

Верхний уровень управления министерством осуществляет связь с органами управления нижестоящих уровней (пароходствами и портами) и органами равного уровня управления других министерств и ведомств. На этом уровне дополнительно с имеющимся обменом информацией будет производиться обмен данными в машинном виде. Этот обмен должен происходить в основном по коммутируемым и некоммутируемым каналам телефонной связи и реже по телеграфным каналам связи.

Маршрут движения этой информации следующий: узел связи порта, пароходства — узел связи министерства — ГВЦ и после обработки в виде сводок и необходимых материалов — в отделы и управления министерства. Принятые решения могут передаваться из аппарата управления министерства обычным путем, т. е. в виде писем, телеграмм и телефонных переговоров, минуя вычислительный центр.

Результаты решения задач из ГВЦ в министерство передаются с помощью аппаратуры передачи данных по коммутируемым и некоммутируемым каналам связи в машинном виде. При этом в управлениях Минречфлота устанавливается алфавитно-цифровое печатающее устройство, которое распечатывает полученные результаты. Кроме того, центральный аппарат министерства должен иметь оперативную связь с ЭВМ, установленной в ГВЦ, и иметь доступ к информации, хранящейся в ее запоминающих устройствах для получения оперативных ответов на запросы.

Более подробно варианты организации взаимосвязи между подразделениями по передаче информации на различных уровнях управления будут рассмотрены в гл. VI.

§ 3. ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ МАШИННОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ И СПОСОБЫ ЕЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ

Автоматизированная система управления представляет собой человеко-машинную систему, т. е. систему, в которой осуществляется взаимосвязь между человеком и машиной [1], обмен информацией между ними. При этом возможны следующие варианты этой связи по передаче информации:

человек→машина;

машина→человек;

машина→машина.

Основными процедурами по преобразованию информации в человеко-машинной системе являются:

регистрация первичной информации, формирование первичных документов и сообщений;

передача информации;

концентрация и сбор информации;

---

[1] Под машиной понимается в данном случае любое техническое устройство управления.

обработка информации и решение задач управления;

прием и анализ результатов обработки информации и решения задач.

Таким образом, информация в человеко-машинной системе может представляться и передаваться с помощью следующих типов носителей информации: неформализованных и формализованных документов, машинных носителей информации, электронных приборов устройств отображения, электрических и электромагнитных сигналов и т. д.

Неформализованные документы — документы, информация на которых записывается произвольно и не подчиняется закономерностям, которые могли бы быть использованы непосредственно при подготовке ее для ввода в машины. Обычно при считывании информации с таких документов во время подготовки машинных носителей оператор должен предварительно систематизировать данные.

Формализованными документами являются документы, запись информации на которых подчиняют определенным закономерностям, используемым человеком или машиной при ее записи и считывании. Формализованные документы можно разделить на две группы: немашиночитаемые, информацию с которых считывает человек при подготовке машинных носителей, и машиночитаемые, информация с которых может считываться автоматически специальным читающим устройством.

По способу подготовки все документы как формализованные, так и неформализованные подразделяются на ручные, информацию на которые записывает человек, и машинные, информацию на которые записывает какое-нибудь устройство, машина.

Машинные носители информации используются для ввода информации в машину, хранения ее в памяти машины и передачи от машины к машине.

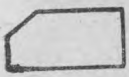
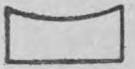
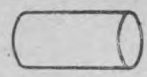
Основными видами машинных носителей являются перфорированные (перфокарты, перфоленты, перфожетоны и перфокарты с краевой перфорацией) и магнитные (магнитные ленты, магнитные карты, магнитные диски, магнитные барабаны, ферритовые сердечники, ферритовые пленки и т. д.).

На перфокартах и перфолентах запись информации представляет собой отверстия, расположенные в определенной последовательности, которые машина воспринимает электрическим или фотоэлектрическим способом. На магнитных носителях запись информации представляет собой намагниченные определенные области поверхности.

В качестве электронных приборов устройств отображения информации используют электроннолучевые трубки, цифровые индикаторные лампы и т. д.

Для отображения способов представления информации при построении технологических схем регистрации, сбора и обработки информации служат условные обозначения, представленные в табл. 1.

Таблица 1

Начертание символов	Значение
	Ручной документ: Документ Документ группировочный Документ первичный Документ сводный Документация техническая Документация технологическая Карта лимитная
	Табуляграмма: Документ группировочный Документ сводный
	Перфокарта Дуаль-карта Карта форматная Перфожетон Перфокарта с краевой перфорацией
	Перфолента
	Магнитный лист (карта)
	Ручной ввод
	Магнитная лента
	Магнитный диск
	Магнитный барабан
	Магнитный (ферритовый) сердечник
	Отображение Пульт с экраном

БИБЛИОТЕКА
Новосибирского института
инженеров водного транспорта

§ 4. ВХОДНЫЕ МАШИННЫЕ НОСИТЕЛИ И МАШИНОЧИТАЕМЫЕ ДОКУМЕНТЫ

Входные машинные носители и кодирование информации на них. Наиболее распространенными входными носителями информации для вычислительных машин являются перфоленты и перфокарты.

Перфокарта. Перфокарта (рис. 2) представляет собой лист тонкого картона прямоугольной формы, имеющей срез для облегчения ориентировки. На поверхность перфокарт типографским способом нанесены сетка, определяющая вид представляемой информации, и координаты каждого знака.

Размеры перфокарт, местоположение сетки и вид перфорируемых отверстий подчиняются общесоюзным и международным стандартам. Считывается информация с перфокарт в большинстве случаев электрическим контактным или фотоэлектрическим способами. Перфокарта перемещается между контактным валиком и щеточным блоком или между источником света и фотодиодом. При наличии отверстия на соответствующей позиции электрическая цепь между валиком и щеткой замыкается и импульс поступает в соответствующие устройства. Поэтому перфокарта должна обладать определенными механическими и изоляционными свойствами.

В отечественной практике применяются два основных типа перфокарт: 80 и 45-колонные, использующие соответственно 80 и 45 колонок.

Количество строк одинаково для всех перфокарт и каждая строка представляет собой набор одинаковых цифр. Строки называются позициями.

Перфокарта имеет 14 позиций. Для записи информации используется 12 позиций, из которых 10 отпечатаны в виде сетки. При этом принята такая последовательность позиций (сверху вниз): 12, 11, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.

Количество колонок определяет тип перфокарт. Наибольшее распространение получили 80-колонные перфокарты. Данные на них перфорируются прямоугольными отверстиями. 45-колонные перфокарты имеют несколько другой срез, пробивают их круглыми отверстиями.

Информация на перфокарте записывается путем перфорации отверстий в строго определенных местах. Кодируется информация цифровым и алфавитно-цифровым кодом. Наибольшее распространение получила поколонная запись информации, при которой для записи одного символа отводится одна колонка. При использовании цифрового кода 12 и 11 позиции предназначаются для перфорации признаковой части или знака числа, одна из десяти последующих позиций — для перфорации значения цифры.

При использовании алфавитно-цифрового кода каждая буква пробивается комбинацией нескольких отверстий в одной колонке в соответствии с принятым кодом.

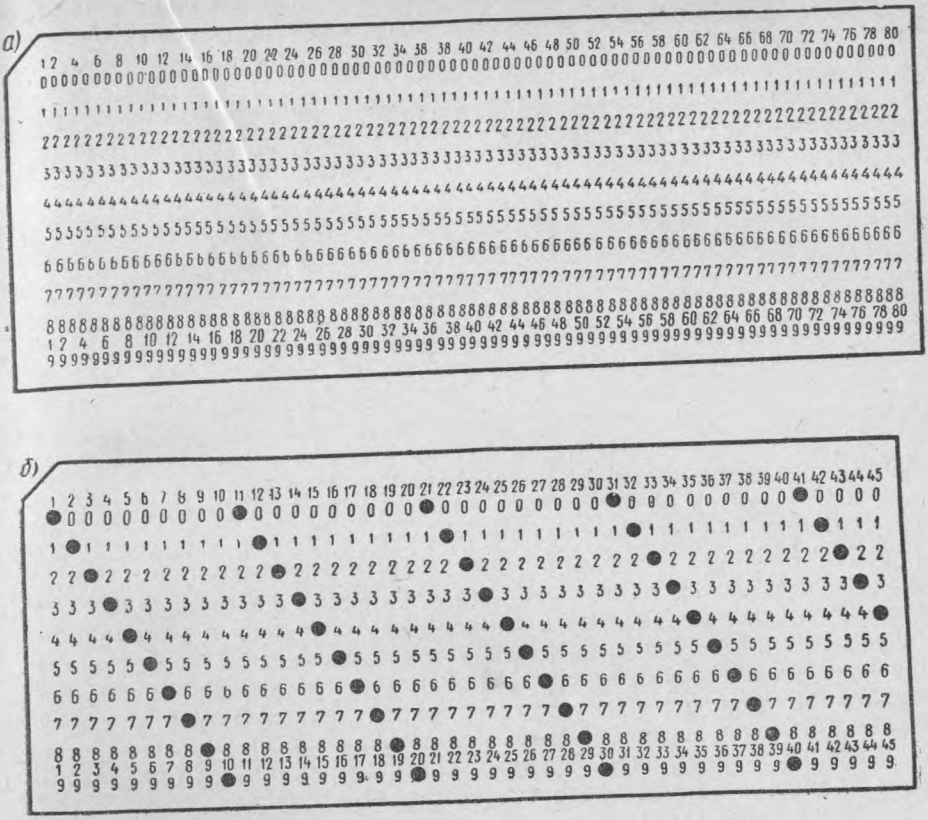


Рис. 2. Перфокарты:
а) 80-колонная
б) 45-колонная

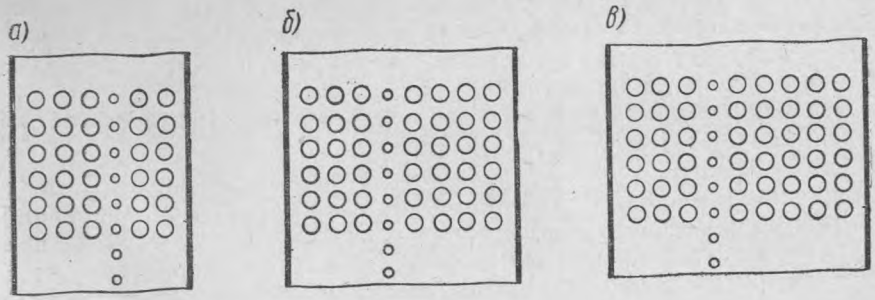


Рис. 3. Перфоленты:
а — пятидорожечная перфолента; *б* — семидорожечная перфолента; *в* — восьмидорожечная перфолента

Меньшее распространение получил позиционный способ размещения информации, при котором символ перфорируется соответствующим количеством отверстий на одной позиции.

Последовательность записи информации на перфокарты задается макетом перфорации. Макет перфорации представляет собой план размещения информации на перфокарте, на котором для определенного типа величин отводится определенная зона перфокарты, определенное количество колонок. Макет перфорации составляется заранее при проектировании обработки информации на машине. Для каждого типа документа, каждого типа сообщений составляется свой макет перфорации.

Перфоленты. Применяемые перфоленты (рис. 3) имеют различную основу. Перфоленты бывают бумажные, пластмассовые, на лавсановой основе. Кроме того, в качестве перфоленты используется засвеченная кинолента. Наибольшее распространение получила бумажная перфолента, промасленная или непромасленная.

К размерам перфоленты, а также к перфорации данных на лентах предъявляют жесткие требования. Перфорация информации производится на нескольких дорожках. Их может быть от 5 до 49. В отечественной практике используются перфоленты, имеющие 5, 6, 7, 8 информационных дорожек. Кроме информационных дорожек, используются одна, реже две служебные дорожки для синхронизации движения ленты, синхронизации записи и считывания информации. Обычно размер отверстия служебных дорожек меньше размера отверстий информационных дорожек. Каждой информационной дорожке присваивается определенный номер. Информация на перфоленте записывается в виде комбинации кодовых отверстий поперек ленты. Каждый символ пробивается определенным кодом, состав которого соответствует числу дорожек.

Кодирование информации на машинных носителях. На первом этапе применения ЭВМ информация, передаваемая по каналам связи и подготавливаемая для ввода в вычислительную машину, кодировалась различными кодами, часто не связанными друг с другом.

Начиная с 1965 г. проводятся большие работы по стандартизации и унификации представления информации на машинных носителях (перфокартах, перфолентах и магнитных лентах). Информация, представляемая на этих носителях, подчиняется общесоюзным и государственным стандартам.

На перфокартах символы кодируются кодами ГОСТ 10859—64 (рис. 4), ГОСТ 13052—67, КПК-12.

На перфолентах данные кодируются кодами тех же ГОСТов, а также кодами ГОСТ 15029—69, КОИ-7, КОИ-8 при кодировании данных для ввода в ЭВМ Единой системы, кодами МТК-2, при передаче данных по каналам связи. Каждый код характеризуется определенным набором символов, составом и последовательностью кодовых комбинаций.

На рис. 5 представлена система кодирования информации восьмиразрядным кодом КОИ-8 на перфолентах.

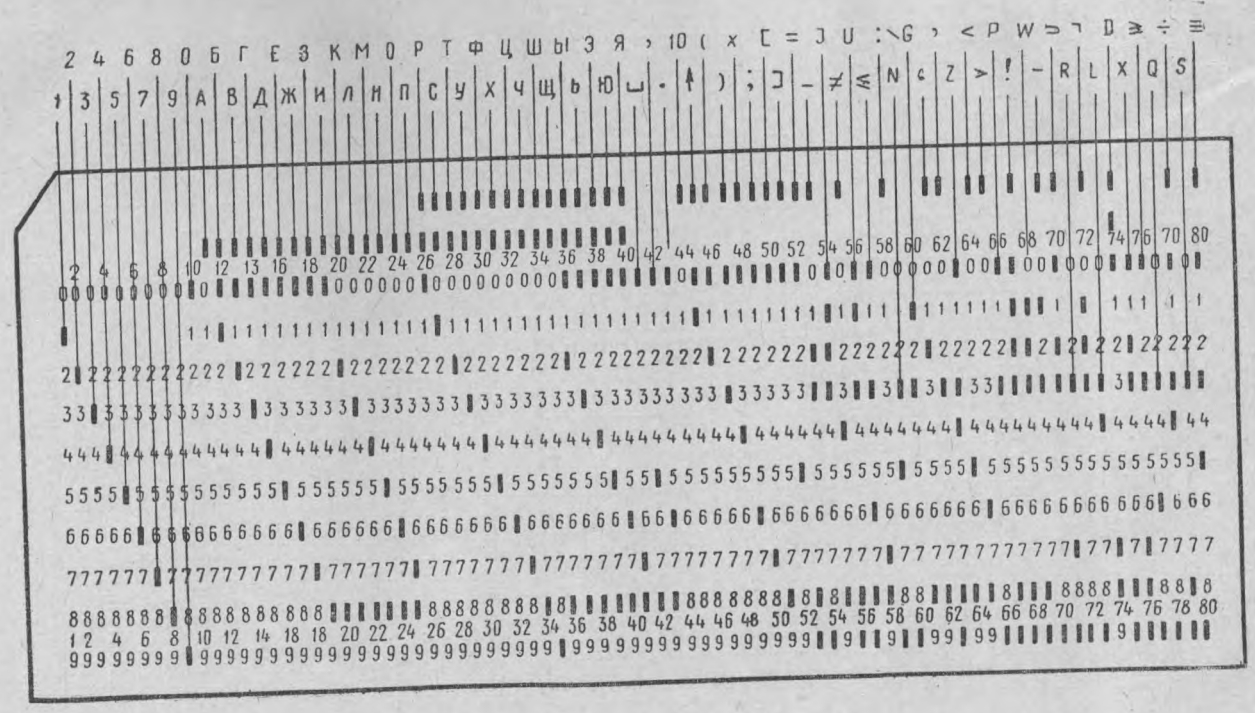


Рис. 4. Кодирование информации на перфокартах в коде ГОСТ 10859—64

Следует отметить, что коды записи информации на перфокартах и перфолентах являются внешними для ЭВМ и используются для обеспечения достоверности подготовки и передачи информации. Внутренними кодами, используемыми для обработки информации в вычислительных машинах, являются специальные машинные коды.

Машиночитаемые документы. С развитием средств автоматизации обработки информации на ЭВМ применение ручных методов подготовки исходных данных (перфорация их на машинные

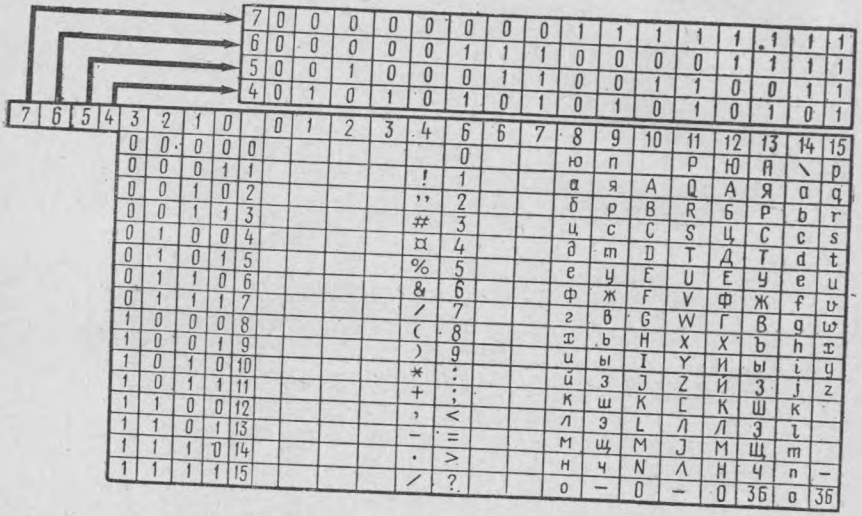


Рис. 5. Кодирование информации на перфоленте в коде КОИ-8

носители и контроль перфорации) требует больших затрат ручного труда операторов, снижает надежность подготовки данных и увеличивает время решения задачи. Поэтому одним из направлений исследований в области автоматизации подготовки информации является разработка машиночитаемых документов и соответствующих устройств для их заполнения, а также устройств считывания данных с таких документов.

В этом случае устройства подготовки данных выдают документ с представлением информации в удобном для восприятия человеком виде, который может быть юридическим документом, заполняться в местах зарождения информации, быть как первичным документом, так и носителем информации, информация с которого автоматически считывается специальным устройством и преобразуется либо в сигналы, поступающие непосредственно в ЭВМ, либо выводится на машинные носители (перфокарты, перфоленты, магнитные ленты).

По способу подготовки машиночитаемые документы подразделяются на документы, нанесенные на машинные носители инфор-

мации; на бумажных бланках для оптического считывания, на бумажных бланках с магнитной записью.

Документы, нанесенные на машинные носители информации. Примером таких документов являются карты со штриховыми отметками и дуаль-карты. Эти документы наносятся на лист стандартной перфокарты. На первом этапе они используются как документы, на которые вручную заносятся данные. Затем записанные данные перфорируются вручную или автоматически. После этого такие перфокарты используются как машинные носители в технологических схемах обработки данных на перфорационных или

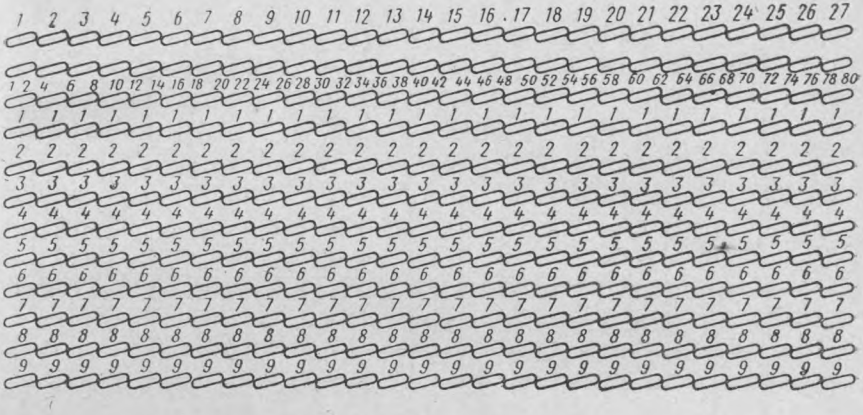


Рис. 6. Перфокарта со штриховыми отметками

электронных вычислительных машинах. Это — первые типы машиночитаемых документов, разработанные еще до появления ЭВМ и предназначенные для автоматизированной обработки.

Карты со штриховой отметкой (рис. 6) представляют собой перфокарту 80-колонного формата, на которую нанесена сетка в виде овалов, имеющая 27 колонок. В некоторых случаях поверх сетки наносится макет документов.

Заполнение данных производится также по заранее разработанному макету, т. е. определенные данные записываются в заранее отведенные колонки. Для записи применяется мягкий карандаш, которым заштриховывают определенные позиции.

Информация записывается в местах ее зарождения, после этого перфокарты накапливаются и передаются в вычислительный центр, где они используются как машинные носители. Данные перфорируются вручную оператором или автоматически с помощью считывающего перфоратора. При прохождении под щетками перфоратора токопроводящий слой карандаша замыкает цепь пробивного механизма и на месте заштрихованного участка или в другой части перфокарты перфорируются отверстия по формату 80-колонной перфокарты.

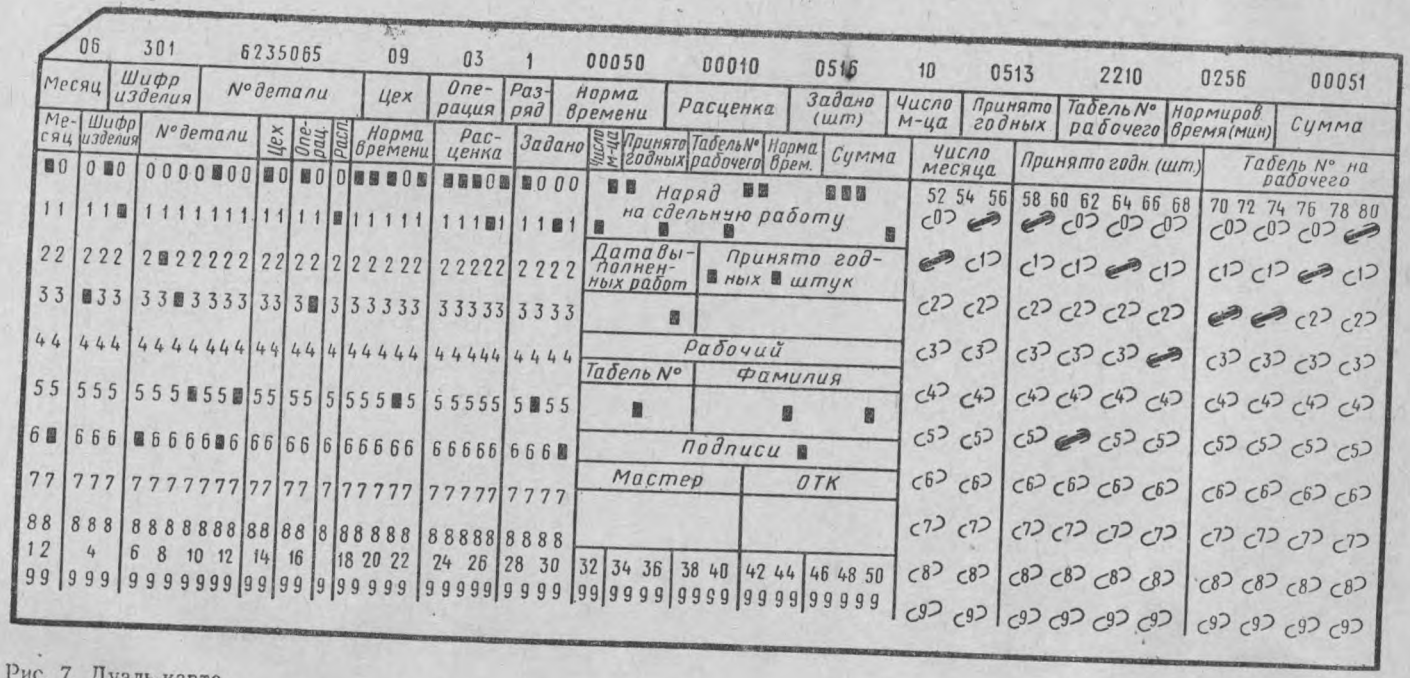


Рис. 7. Дуаль-карта

Бланк дуаль-карты (рис. 7) также наносится на перфокарту 80-колонного формата. В зависимости от типа документа поле дуаль-карты разделено на несколько полей, имеющих различное назначение. Одно поле используется для заштриховок, во втором поле наносится текст реквизитов документов, запись информации в этом поле производится от руки.

Обрабатывают дуаль-карты так же, как и карты со штриховыми отметками.

Машиночитаемые документы на бумажных бланках для оптического считывания. Основные способы записи информации при разработке машиночитаемых документов: в виде штриховых меток на заранее отпечатанных типографским способом бланках документов; в виде алфавитно-цифровых данных в определенных областях документа ручным способом с помощью нормализованных шрифтов или машинным способом с помощью печатающих устройств; в виде комбинации штриховых меток и алфавитно-цифровой записи.

Запись информации в виде штриховых меток на заранее отпечатанных типографским способом бланках документов производится следующим образом. На бланке документа заранее наносится текст документа, по строкам и столбцам матрицы печатаются ключевые слова, обозначения, фигуры и т. д., определяющие макет размещения данных, а также сетка данных в виде прямоугольников для каждого возможного значения числа в выбранном коде. Сетка печатается бледным желтым или голубым цветом, не воспринимаемым считывающим устройством. На обратной стороне, а также на полях, не читаемых машиной, печатаются или записываются сведения, необходимые для восприятия человеком, дополнительные и особые условия и т. д., а также реквизиты юридического документа (места для подписи, печати, номера документа и т. д.). Каждой позиции разрабатываемого документа задается определенное весовое значение, определенный код (значение цифры, буквы или целые понятия).

Документы могут заполняться вручную или с помощью пишущей машинки. При заполнении заштриховываются определенные весовые значения в соответствии с принятой кодировкой.

При записи информации в виде алфавитно-цифровых данных в определенных областях документа ручным способом с помощью нормализованных шрифтов или машинным способом с помощью пишущих машинок или других печатающих устройств, например выходных устройств ЭВМ, также разрабатывается формат и макет документов, выделяются его служебные и информационные поля, задаются метки для начала и конца считывания данных, ширина зоны считывания, разрабатывается сетка записи данных. В случае записи данных вручную печатают вспомогательные линии, прямоугольники и т. д., определяющие конфигурацию знаков.

Для записи информации вручную используются нормализованные шрифты. Каждый шрифт разрабатывается для определенного типа машин и имеет определенное начертание. Каждый знак дан-

ных обычно записывается в заранее занесенные на бумагу нормализующие прямоугольники, имеющие вспомогательные линии, используемые для определения конфигурации знака. Примером такого шрифта является шрифт для записи цифр индекса почтового адреса.

Используемые для нанесения знака вспомогательные линии и нормализующие прямоугольники печатаются заранее на бланках в определенном порядке в виде, невоспринимаемом читающим устройством, например, пунктиром или специальной краской (голубой и желтой).

В отечественной практике используются следующие виды нормализованных шрифтов: для индексов почтового адреса, НИИ ЦСУ СССР, для автомата «Рута 701». Каждый шрифт имеет определенную конфигурацию и заполняется по определенному правилу.

Стилизованные шрифты обычно применяются при составлении и заполнении машиночитаемых документов пишущими машинками или другими подобными устройствами. Начертание знаков в этих шрифтах отличается от общепринятых шрифтов. Каждый знак такого шрифта представляет собой не сплошной символ, а совокупность отдельных линий, которые составляют элементы кода этого знака. Существует несколько способов распознания знаков. Каждый из этих способов использует разделение контура знака на ряд вертикальных или горизонтальных линий, из которых складывается сетка. Каждый знак отдельно подается под воспринимающий элемент, состоящий из системы фотоэлементов или магнитных головок, установленных в соответствии с выбранным шрифтом.

Конфигурация знака воспринимается сеткой фотоэлементов, которые выдают определенный двоичный код, фиксирующий наличие или отсутствие линий в определенных квадратах сетки. Этот код распознается читающим автоматом и сравнивается с эталонными кодами различных знаков. По наибольшему совпадению определяется воспринимаемый знак.

Помимо необходимых для машинного кода элементов, используются также наклонные и криволинейные линии, которые необходимы для восприятия знака человеком, но в состав машинного кода не входят.

Комбинированная запись в виде алфавитно-цифровых данных и штриховых меток. Документ в данном случае имеет два информационных поля. Одно поле, обычно большой емкости, предназначается для записи информации в виде штриховых меток, второе — для записи информации в виде цифровых или алфавитно-цифровых знаков стилизованным шрифтом.

Примером документов с комбинированной записью данных являются документы для читающих устройств «Бланк-2». Информация записывается стилизованным шрифтом ОЦР-А (РОС-А). Документы заполняются с помощью пишущих машинок, имеющих указанный шрифт. Строка может разделяться на графы (зоны),

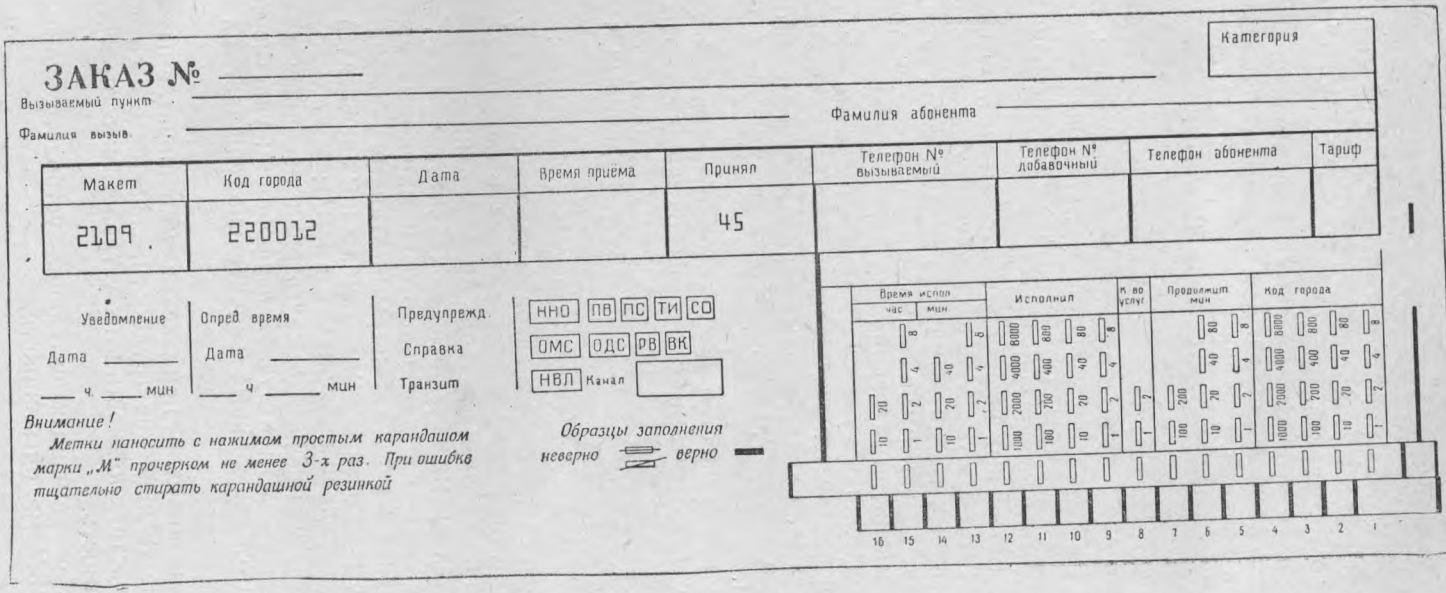


Рис. 8. Машиночитаемый документ с комбинированной записью

которые определяются служебными символами. Документы (рис. 8) заполняются цифрами и четырьмя служебными символами шрифта 3,2×1,5 мм, шаг печати 2,6 мм. Каждая строка может содержать до 100 знаков.

В областях с штриховыми метками применяют двоично-десятичную запись цифр и знаков. Код символа включает до четырех считываемых позиций, каждая из которых представляет собой прямоугольную площадку. Толщина метки должна составлять 1 мм.

Машиночитаемые документы для магнитного считывания. Магнитные читающие устройства используют документы, информация на которые записывается с помощью магнитных чернил вручную или машинным способом. При этом также применяются стилизованные и нормализованные шрифты.

В состав магнитных чернил вводятся магнитные частицы.

Составляемый документ представляет собой комбинацию символов, записанных магнитными и простыми чернилами. При прохождении под магнитными головками считывается только текст, записанный магнитными чернилами.

При заполнении документов машинкой вместо обычной красящей ленты используется специальная лента, пропитанная магнитными чернилами. Стилизованные шрифты для магнитной записи имеют другую конфигурацию, чем для документов с оптическим считыванием.

Основное преимущество документов с магнитной записью по сравнению с документами с оптической записью — их меньшая чувствительность к чистоте бланка, цвету бумаги, сгибам, пометкам простыми чернилами, грязи, склейке порванных частей документов и т. д.

При использовании машиночитаемых документов:

значительно сокращаются затраты человеческого труда, так как исключается ручная перфорация данных с исходных документов на машинные носители и контроль перфорации;

уменьшается время обработки документов, так как технология обработки исключает этапы подготовки машинных носителей человеком, заменяя их более быстрыми этапами восприятия данных читающим устройством и выдачи машинных носителей или непосредственной передачи информации в ЭВМ;

повышается достоверность подготовки исходных данных благодаря исключению этапа ручной перфорации: участие человека в процессе подготовки данных значительно снижает их достоверность.

Основной недостаток применения машиночитаемых документов — большие технические трудности, связанные с созданием читающих устройств, сложность этих устройств и соответственно высокая их стоимость.

Стоимость современных читающих устройств соизмерима со стоимостью ЭВМ малой мощности.

§ 5. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ В ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОМ ЦЕНТРЕ С ПОМОЩЬЮ ЭВМ

В вычислительный центр информация может поступать в виде неформализованных и формализованных (машиночитаемых) документов, перфокарт и перфолент, являющихся выходными носителями информации каналов связи (радио, телефон, телеграф), устройств регистрации информации, устройств сбора и подготовки информации и т. д. и электрических сигналов, поступающих по каналам связи, через согласующие устройства непосредственно в ЭВМ. Такими каналами являются: телефон, телеграф, некоммутируемые (прямые) каналы устройств дистанционного сбора и подготовки информации, терминальных устройств.

Технологическая схема обработки информации представлена на рис. 9.

Данные для ввода и дальнейшей обработки с помощью ЭВМ подготавливаются следующим образом.

Данные с неформализованных документов вручную перфорируются на перфокарты и перфоленты или заносятся на магнитные ленты с помощью устройств подготовки данных (УПД) по заранее разработанным макетам. При этом с помощью специальных контрольно-считывающих устройств проверяется правильность набивки.

Этот способ представления и подготовки данных наиболее распространен на первом этапе внедрения вычислительной техники. Недостаток его — высокая трудоемкость.

Машиночитаемые документы представляют собой бланк строго определенной формы с заданным макетом занесения данных. Существует два типа таких документов: на машинных носителях (дуаль-карты и перфокарты с штриховыми отметками) и бумажные с ручной или машинной записью.

Данные с первого типа формализованных документов перфорируются двояким способом: вручную с помощью карточных перфораторов и автоматически с помощью специальных устройств.

Автоматическое считывание производится считывающим перфоратором ПС-80, который, кроме считывания, преобразует сигналы и перфорирует данные на ту же перфокарту.

Бумажные машиночитаемые документы обрабатываются с помощью читающих устройств (ЧУ), которые воспринимают запись информации, преобразуют и перфорируют данные на перфоленту по заранее заданному макету. Полученная таким образом перфолента используется для дальнейшей обработки на ЭВМ.

Информация в вычислительный центр может поступать по каналам связи, приемные аппараты которых печатают и перфорируют данные на перфоленты.

Если эта информация представлена на перфоленте в виде макетированных (формализованных) сообщений, то она может передаваться непосредственно для ввода в ЭВМ, если в виде неформализованных сообщений, то после получения с канала связи под-

готавливать ее для обработки следует как обычные неформализованные документы с помощью ручной перфорации.

Для передачи информации в вычислительный центр используются телеграфные каналы. Кроме того, разработан ряд систем скоростной передачи информации, приспособленной для ввода в ЭВМ по телефонным каналам. Средняя скорость передачи информации по телеграфным каналам 10 знаков в секунду, по телефонным 100—150.

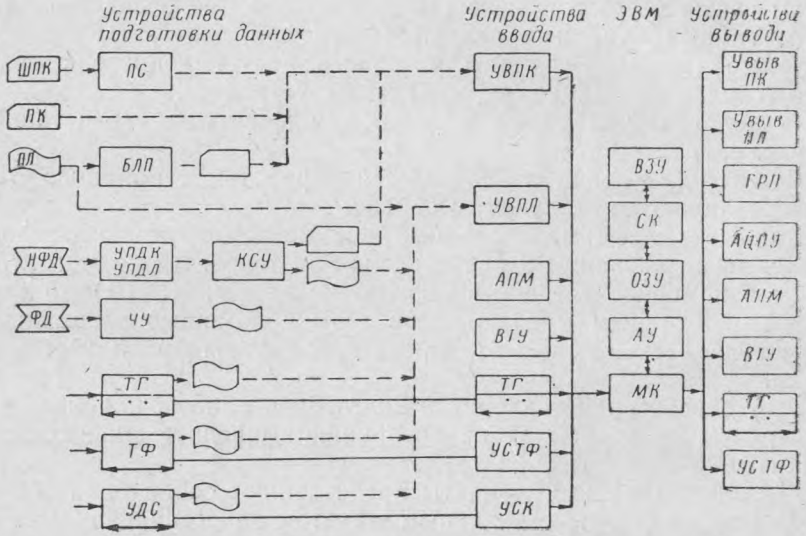


Рис. 9. Технологическая схема обработки информации на ЭВМ:
ШПК — перфокарта со штриховой отметкой; *ПК* — перфокарта; *ПЛ* — перфолента; *ПС* — перфоратор считывающий; *БЛП* — блок перезаписи с перфоленты на перфокарту; *НФД* — неформализованные документы; *ФД* — формализованные документы; *УПДК* — устройство подготовки данных карточное; *УПДЛ* — устройство подготовки данных ленточное; *КСУ* — контрольно-считывающее устройство; *ЧУ* — читающее устройство; *ТГ* — телеграфный аппарат; *ТФ* — аппарат передачи данных по телефонным каналам; *УДС* — устройство дистанционного сбора; *УВПК* — устройство ввода с перфокарты; *УВПЛ* — устройство ввода с перфоленты; *АПМ* — автоматическая пишущая машинка; *ВТУ* — видеотерминальное устройство; *УСТФ* — устройство согласования с телефонным каналом; *УСК* — устройство согласования с каналом; *ВЗУ* — внешнее запоминающее устройство; *СК* — селекторный канал; *ОЗУ* — оперативное запоминающее устройство; *АУ* — арифметическое устройство; *МК* — мультиплексный канал; Увыв *ПК* — устройство вывода на перфокарты; Увыв *ПЛ* — устройство вывода на перфоленты; *ГРП* — графопостроитель; *АЦПУ* — алфавитно-цифровое печатающее устройство

Современные электронные вычислительные машины могут сопрягаться с системами передачи данных по телеграфным, телефонным и специальным каналам для непосредственного ввода информации в машину без участия человека. Этот ввод производится через согласующие устройства со скоростью работы канала.

Перфолента может быть получена также на выходе оконечной аппаратуры специальных систем дистанционного сбора, подготовки и передачи дискретной информации. Эти системы имеют специальные устройства регистрации информации на рабочих местах. С по-

мощью некоммутируемых каналов информация передается от этих мест непосредственно в ВЦ. Из таких устройств подготовки информации следует отметить устройства «Донец-1», «Ввод 1 М», Р901/902, П-2311, П-2321.

Информация в ЭВМ может вводиться с помощью следующих устройств ввода и обмена информацией между машиной и человеком: устройств ввода с перфолент и с перфокарт, автоматической печатающей машинки, телетайпов, видеотерминальных устройств, согласующих устройств с каналами связи и т. д.

К современным ЭВМ может быть подключено несколько устройств ввода (к некоторым машинам — более 100), причем допускается одновременная их работа.

С помощью перфокарт и перфоленты вводится в машину информация, заранее вручную подготовленная операторами вычислительного центра или переданная по телеграфным и телефонным каналам. Эта информация представляется в специальном коде, неудобном для восприятия человеком, поэтому устройства ввода с перфолент и перфокарт не рекомендуются при работе в оперативном режиме обмена между человеком и машиной. Скорости ввода данных в отечественных вычислительных машинах достигают 700 перфокарт в минуту и 90 тыс. строк в минуту с перфоленты.

Автоматические печатающие машинки, видеотерминальные устройства с телевизионной трубкой и телетайпы могут работать в режиме непосредственного общения между человеком и машиной, режиме диалога, так как вводимая и выводимая информация представляется в виде, удобном для восприятия людей, в основном это текст, иногда графики, таблицы и т. д.

Эти устройства позволяют при вводе информации в машину контролировать правильность вводимой информации и корректировать ее, так как при наборе информации на клавишном устройстве она или печатается на бумажной ленте или высвечивается на экране телевизионной трубки. После проверки записи и внесения необходимых корректив можно передавать представленную информацию в память машины.

Устройства диалога могут устанавливаться не только в машинном зале, но и в других помещениях, например у работников аппарата управления, связанных с машинным залом прямыми каналами. С помощью таких устройств аппарат управления может связываться с машиной, запрашивать выдачу необходимой информации, хранящейся в машине, или решение какой-либо задачи, а также передавать на машину информацию, полученную, например, по почте, телефону и т. д. Устройства диалога имеют различную скорость ввода данных и разный набор символов. Телеграфный аппарат — 7 знаков в секунду и 63 типа знаков, автоматические печатающие машинки — 10 знаков в секунду и 96 типов знаков, устройства видеозаписи с телевизионной трубкой вводят блоки по 1000—2000 знаков со скоростью работы машины, при этом в процессе подготовки информации и записи ее на экран машина не используется.

Скорость обработки информации современными ЭВМ может достигать нескольких миллионов операций в секунду. Выбор необходимой вычислительной машины для конкретной АСУ должен быть обоснован объемом обрабатываемой информации и составом задач.

Результаты решения задач управления из вычислительной машины выводятся с помощью устройств вывода информации. Разработаны и внедряются следующие устройства вывода информации: устройства вывода на перфокарты и перфоленты, устройства согласования с каналами связи, телетайп, устройства отображения на телевизионную трубку или мнемосхему, автоматические пишущие машинки, алфавитно-цифровое печатающее устройство, графопостроители и т. д.

Существует несколько конструкций устройств каждого типа, разработанных и выпускаемых отечественной и иностранной промышленностью. При этом к одной машине может быть подключено одновременно несколько выводных устройств различного типа и одни и те же величины могут выводиться устройствами различного типа. Одновременно может работать несколько устройств. Скорости вывода и очередность работы устройств согласуются машиной.

Устройства вывода на перфокарты и перфоленты применяются, если результаты решения необходимо использовать повторно, для ручной передачи (переноса) данных к передающим устройствам по телеграфным и телефонным каналам, когда нет возможности согласовать эти устройства с машиной.

Данные, выводимые на телеграфный аппарат, производятся в виде печати алфавитно-цифровых символов и перфорации на бумажную перфоленту со скоростью 7 знаков в секунду.

На автоматическую печатающую машинку и алфавитно-цифровое печатающее устройство вывод информации может производиться в виде текста, таблиц, графиков, заполненных бланков и т. д. При этом автоматические печатающие машинки имеют скорость около 6 строк в минуту, каждая строка может быть по 106 знаков.

Алфавитно-цифровые печатающие устройства выдают текст со скоростью 400—900 строк в минуту, каждую строку составляют 128—160 знаков, при этом используется 96 типов символов (русский и латинский алфавит, цифры, математические символы, знаки препинания и т. д.).

Графопостроители могут вычерчивать графики и чертежи.

Большую перспективу при работе в оперативном режиме имеют устройства отображения с телевизионной трубкой. Данные снимаются визуально, но с большой скоростью. При необходимости этот текст запоминается и печатается с помощью специального печатающего устройства.

Вторым типом устройств отображения являются специально разработанные для конкретных условий мнемосхемы, например, в виде географической карты, табло с системой показателей и т. д.

§ 6. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ В ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОМ ЦЕНТРЕ С ПОМОЩЬЮ ПЕРФОРАЦИОННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН

При создании АСУ на перфорационные вычислительные машины возлагаются вспомогательные функции по предварительной обработке информации и решению задач с небольшим объемом вычислительных операций. Технологическая схема обработки информации с помощью перфорационных машин дана на рис. 10.

Информация для обработки на перфорационных машинах может поступать в виде замакетированных документов (Д), перфолент, поступающих от выходных устройств каналов связи, и непробитых, заштрихованных перфокарт и дуаль-карт (ДК).

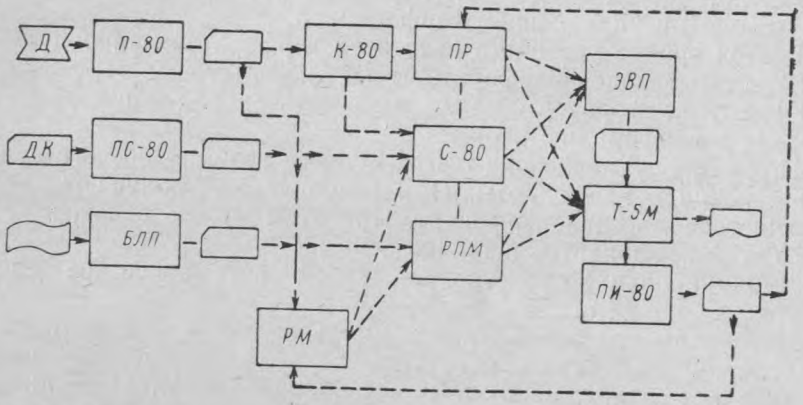


Рис. 10. Технологическая схема обработки информации на ПВМ

Рассмотрим обработку каждого вида документов. Машинным носителем перфорационных вычислительных машин является перфокарта. Поэтому данные с входных носителей переносятся на перфокарты. Информация с документов по заранее составленным макетам перфорируется на 80-колонные перфокарты с помощью ручных перфораторов (П-80). Достоверность вводимой информации обеспечивается различными методами контроля. Ошибки перфорации составляют около 80% всех ошибок, появляющихся в процессе решения задач на вычислительных машинах. Причинами их могут быть двойные пробивки, отсутствие пробивок, замятия карт, нечеткое заполнение документов.

Для контроля перфорации используется несколько методов: с помощью контрольников, счетный контроль, повторная перфорация, вычислительно-комбинированный метод, распечатка данных на перфокарте или бумаге и т. д.

Для контроля с помощью контрольников (К-80) имитируют повторную перфорацию данных на те же перфокарты. При совпаде-

нии пробивок карта откладывается в один массив, при несовпадении — проверяют, в чем заключается ошибка.

При счетном методе контроля перед перфорацией подсчитывают цифры, заносимые на каждую перфокарту, и получаемую контрольную сумму запоминают или перфорируют. Затем с помощью табулятора проверяют контрольные суммы.

При повторной перфорации получают два массива с одних и тех же документов или дважды перфорируют одни и те же данные в разных колонках.

Для распечатки отперфорированных данных применяют специальные расшифровочные машины РМ-80, которые расшифровывают данные и печатают их на тех же перфокартах. Кроме того, распечатывать исходные данные может и табулятор.

Кроме перфораторов и контрольников с ручным вводом данных, в технологической схеме используют перфораторы с автоматическим вводом и управлением перфорацией.

К этой группе устройств относятся перфораторы-репродукторы (ПР), считывающие перфораторы (ПС) и итоговые перфораторы (ПИ). Эти перфораторы могут выполнять репродукцию, дублирование и перфорацию итогов.

Под репродукцией понимается процесс автоматического снятия одной копии с перфокарты. При репродукции получают копии имеющегося массива перфокарт. При этом можно снимать копии не со всей перфокарты, а только с ее части.

Дублирование представляет собой автоматическое снятие нескольких копий с одной перфокарты.

Необходимость репродуцирования и дублирования вызвана различными причинами, например, потребностью в контрольном массиве перфокарт, исключением ошибочно полученных данных, использованием одних и тех же данных в различных задачах.

Перфораторы с автоматическим вводом схожи по конструкции, имеют в своем составе одинаковые блоки. Поэтому в технологической схеме обработки информации они могут частично заменять друг друга. Например, все они могут агрегатироваться с табуляторами для выдачи результатов решения задач на перфокарты.

При решении каждой задачи все перфокарты организуют в массив с определенной последовательностью данных. Эту процедуру, необходимую для упорядочения массивов перфокарт, выполняют сортировальные и раскладочно-подборные машины.

Следует отметить, что сортировка и выбор массивов информации при решении экономических задач играют значительную роль и составляют относительно большой удельный вес. При решении задач на перфорационных машинах доля сортировальных работ достигает 20% общего времени решения задачи.

Сортировальные машины (С-80) используются также в комплекте ЭВМ. Нужно сказать, что сортировку в электронной машине произвести сложнее и дороже, чем на ПВМ. Поэтому в ряде случаев данные сортируют предварительно на сортировальных машинах, а обрабатывают — на ЭВМ.

Процесс сортирования массива перфокарт состоит в автоматическом восприятии значения пробивок в определенной колонке перфокарты и раскладке перфокарт, находящихся в магазине подачи, на группы, включающие перфокарты с одинаковой пробивкой в определенной колонке.

Раскладочно-подборочные машины предназначаются для выполнения операции объединения перфокарт из нескольких массивов, чаще двух, так как в машине два подающих кармана в один массив, для выделения из одного массива перфокарт второго массива по многозначным признакам и др.

Обрабатывается информация с помощью электронного вычислителя ЭВП-80 «Рута» и табулятора Т-5М с вычислительной приставкой ЭВП-1.

Электронный вычислительный перфоратор ЭВП-80 обрабатывает цифровую информацию, выполняя все арифметические и некоторые логические операции. Информация вводится с перфокарт с двух устройств ввода. Все вычислительные операции производятся во время движения перфокарты между считывающим и пробивным механизмом. За это время перфоратор может выполнить до 36 различных операций.

Данные выводятся в виде перфорации на той же перфокарте со скоростью 120 карт в минуту.

В связи с тем что электронно-вычислительный перфоратор не имеет своего печатающего устройства, для получения документов следует использовать табулятор или расшифровочные машины РМ-80.

Табулятор Т-5М обрабатывает цифровую информацию, выполняя операции сложения (вычитания) и некоторые логические операции. Данные вводятся с перфокарт со средней скоростью 100 карт в минуту. Вычислительные операции производятся с помощью 8 электромеханических счетчиков.

Выводится информация на бумажную ленту в виде цифровых знаков с максимальной скоростью 100 строк в минуту. В каждой строке может быть до 83 знаков. Для выполнения операций умножения (деления) к табулятору подсоединена электронная приставка ЭВП-1.

Для вывода итогов на перфокарты к табулятору подсоединен итоговый перфоратор ПИ-80.

Обработку данных, представленных на перфокартах со штриховыми отметками или на дуаль-картах, начинают считывающие перфораторы ПС-80, которые производят считывание и автоматическую перфорацию данных на те же перфокарты.

Информация, передаваемая по каналам связи в вычислительный центр, представляется выходными устройствами каналов на перфолентах. Для автоматической перфорации этих данных на перфокарту используется устройство перезаписи БЛП.

Полученный с этих устройств массив перфокарт обрабатывается в той же последовательности, как и перфокарты, набитые вручную.

Управление всеми устройствами комплекта перфорационных машин (кроме П-80 и К-80) автоматическое с помощью программ, набранных на коммутационных досках соответствующих механизмов.

Как следует из технологической схемы обработки информации, между отдельными устройствами в процессе обработки информации существует определенная зависимость, отдельно, автономно не может использоваться ни одна машина. Перфорационные машины могут работать только в комплектах. Различают два типа комплектов перфорационных машин: полные и неполные, или ограниченные.

В состав неполного комплекта входят перфораторы, контрольники, сортировальная машина, табулятор и итоговый перфоратор.

Полный комплект включает дополнительно перфораторы-репродукторы, раскладочно-подборочные машины, вычислительные перфораторы, расшифровочные машины и т. д.

ГЛАВА II. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА РЕГИСТРАЦИИ И СБОРА ИНФОРМАЦИИ

§ 7. СРЕДСТВА РЕГИСТРАЦИИ ИНФОРМАЦИИ

Средства регистрации информации разрабатывались специально как периферийная аппаратура автоматизированных систем управления, т. е. при их создании предусмотрены специальные меры по повышению надежности работы устройств, повышению достоверности сбора и регистрации информации и т. д. Они позволяют осуществлять ручной, автоматический и полуавтоматический ввод информации в устройство с клавиатуры, перфокарт, перфожетонов и переключателей.

Средства регистрации предназначаются для автоматизации подготовки информации в машиночитаемом виде на различных носителях (перфокартах, магнитных картах, перфолентах и магнитных лентах) и выдачи печатных документов, а в некоторых случаях и передачи информации в канал связи.

Первым отечественным устройством этой группы являются устройства регистрации информации УРИ-2, УРИ-4. Эти устройства создавались на базе суммирующей машины «Аскота-117» и ленточного перфоратора ПЛ-20 и предназначались для полуавтоматической фиксации первичной информации в цифровом виде на перфоленте с одновременным получением печатной копии сообщения на бумажном бланке и с выполнением операции сложения и вычитания.

Следующим шагом в разработке средств регистрации информации явилось создание регистраторов производства, которые автоматически подготавливали документы и сообщения по заранее со-

ставленной программе. Носителем программы служила перфокарта.

В результате дальнейшего совершенствования средств регистрации появились регистраторы информации, имеющие запоминающее устройство для хранения программы и данных.

Принцип работы средств регистрации рассмотрим на примере регистраторов производства и регистраторов информации.

Все регистраторы построены по одной структурной схеме. Различие между ними определяется составом и номенклатурой функциональных блоков. Блок-схема устройства регистрации информации представлена на рис. 11.

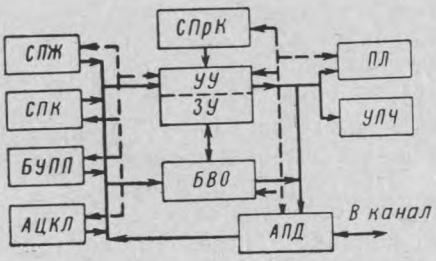


Рис. 11. Блок-схема устройств регистрации информации

В состав базовой модели средств регистрации входят следующие блоки:

1) центральное устройство управления и обработки (централь) с пультом управления и запоминающим устройством;

2) датчики информации: Д1 — считыватель перфожетонов (СПЖ), Д2 — считыватель с перфокарты (СПК), Д3 — панель набора и устройство управления блока условно-постоянных признаков (БУПП), Д4 — цифровая или алфавитно-цифровая клавиатура (АЦКЛ), Д5 — блок ввода и обработки;

3) приемники информации: П1 — устройство печати (УПЧ), П2 — блок перфорации ленточной или карточной (БПЛК), П3 — аппаратура передачи данных;

4) считыватель программных перфокарт (СПрК).

Управление вводными и выводными устройствами и связь между ними осуществляется через центральное устройство управления (централь), вводные и выводные устройства к которому присоединяются радиально. Централь содержит 4—5 каналов ввода информации и 2—3 канала вывода информации и предназначается для:

а) синхронизации работы устройства ввода и вывода информации;

б) обеспечения стартстопного посимвольного обмена информацией между устройствами ввода и вывода информации;

в) ручного ввода алфавитно-цифровой и служебной информации с алфавитно-цифровой клавиатуры и служебной клавиатуры централи;

г) программного приема и передачи информации;

д) автоматического ввода в сообщения необходимых служебных символов («Начало текста», «Конец текста», «Разделитель информации» и т. д.);

е) анализа и индикации сбоев регистратора;

ж) управления выполнением арифметических операций.

Централь работает в двух режимах: ручном и автоматическом.

В основу построения централи заложен принцип организации параллельной работы датчика и приемника информации, для чего применяется запоминающее устройство (ЗУ), обеспечивающее запоминание информации, а в некоторых регистраторах — и программ. Процесс вывода информации из датчиков и передачи ее в приемники состоит из двух этапов: каждый разряд информации, поступающей в семиэлементном коде с датчиков, записывается в ЗУ, после чего датчик становится свободным и может переходить к выдаче следующего разряда, из ЗУ разряд информации поступает в приемники.

В исходное состояние централь приводится сигналом «Начальная установка», который формируется при нажатии на служебной клавиатуре пульта клавиши «НУ». Сигнал «Начальная установка» устанавливает все триггера в состояние «0». Из централи сигнал «Начальная установка» подается во все вводно-выводные устройства (датчики Д1÷Д4 и приемники П1÷П3) регистратора, приводя их в начальное состояние.

При установке устройств в исходное состояние выдается сигнал «Конец цикла», по которому загорается лампа «КЦ», расположенная на лицевой панели пульта управления. Загорание лампы «КЦ» сигнализирует о готовности регистратора к работе.

При обработке и преобразовании информации алфавитно-цифровая и служебная информация поступает в ЗУ с внешних устройств ввода Д1÷Д4; с преобразователя клавиатуры, с преобразователя программной карты.

Регистратор производства работает в ручном и автоматическом режимах.

При ручном способе обработки информации оператор с помощью датчиков составляет документ и выдает машинный носитель; последовательность включения датчиков он определяет сам.

В автоматическом режиме печать документа и выдача машинного носителя производится в соответствии с программой, составленной для определенного типа документа.

Процесс обработки информации с помощью программы включает выполнение следующих операций:

опрос состояния датчиков и приемников, проверку готовности их к работе;

автоматизированный ввод информации с датчиков Д1÷Д4 и АПД, а также вывод на приемники П1÷П4 и в каналы связи;

ввод с программой карты или ОЗУ цифровой, алфавитно-цифровой информации и служебных символов;

выполнение арифметических операций;

получение определенного макета сообщения на печатном документе и перфоленте (перфокарте);

табуляцию граф документа;

передачу информации в канал связи;

возврат датчиков и приемников в исходное состояние.

Блок ввода и обработки цифровой информации (БВО) вводит исходные данные, выполняет арифметические операции сложения,

вычитания, умножения и накопления результатов, индицирует исходные данные и результаты решения и выдает содержимое регистров на печать, перфорацию и в каналы связи.

Считыватель перфожетонов (СПЖ) предназначен для считывания и ввода в регистратор цифровой информации, нанесенной на жетон. Информация с жетона преобразуется в считывателе в электрические сигналы и поступает на вход шифратора, опрашиваемого поразрядно счетчиком. С шифратора данные поступают во внешние цепи.

В регистраторах производства используются перфожетоны гребешкового типа, информация набирается путем удаления ненужных выступов.

В регистраторах информации перфожетон армированного типа, между двумя пластмассовыми пластинками в него вставляется и запаивается перфолента.

Считыватель с перфокарты (СПК) предназначен для ввода информации со стандартной 80-колонной перфокарты и преобразования перфокарточного кода в перфоленточный код.

Блок условно-постоянных признаков (БУПП) формирует через десятипозиционные микропереключатели полупостоянные признаки (например, число, месяц, номер причала и т. д.). Этот блок преобразует импульсы, поступающие последовательно на его вход, в параллельный код, необходимый для вывода на печать или перфорацию.

Перфоратор преобразует поступающую в него информацию для перфорации ленты в семиэлементный код в соответствии с ГОСТ 10859—64 или ГОСТ 13052—67 (определяется шифратором) с добавкой на четность. В коде МТК-2 на перфоленту выводится только цифровая информация. Кроме того, в ряде регистраторов используется вывод информации на карту с перфоленточным кодом.

Алфавитно-цифровое или цифровое устройство печати (УПЧ) предназначено для оформления печатного документа.

В качестве печатающего механизма этих устройств используются электрофицированные пишущие машинки, например типа «Консул», с электронным преобразователем кода и системой управления печатью.

Аппаратура передачи данных (АПД) предназначена для связи регистратора с другими устройствами по телефонным каналам. Она может как принимать, так и передавать информацию. Элементы сообщения кодируются восьмиразрядным кодом.

Используемые в практике регистраторы производства отличаются видом представляемой информации, ее разрядностью, возможностью выполнения арифметических операций, способностью передачи информации и т. д. Так, например, регистраторы РП-10, РП-11, РП-50, РП-51 являются цифровыми и используются только для заполнения документов цифровыми данными. Из них РП-50, РП-51 обрабатывают информацию, выполняя арифметические операции. Регистраторы РП-100 (рис. 12), РП-101, РИ-7401,

РИ-7501 используются для заполнения документов алфавитно-цифровой информацией.

Регистраторы РП-11, РП-51, РП-101, РП-7401, РП-7501 позволяют контролировать вводимую информацию различными методами и сопрягаются с каналами связи.

Основные характеристики регистраторов приведены в табл. 2.

На технологических схемах регистраторы и выполняемые ими процедуры обозначаются как показано, например, на рис. 13.

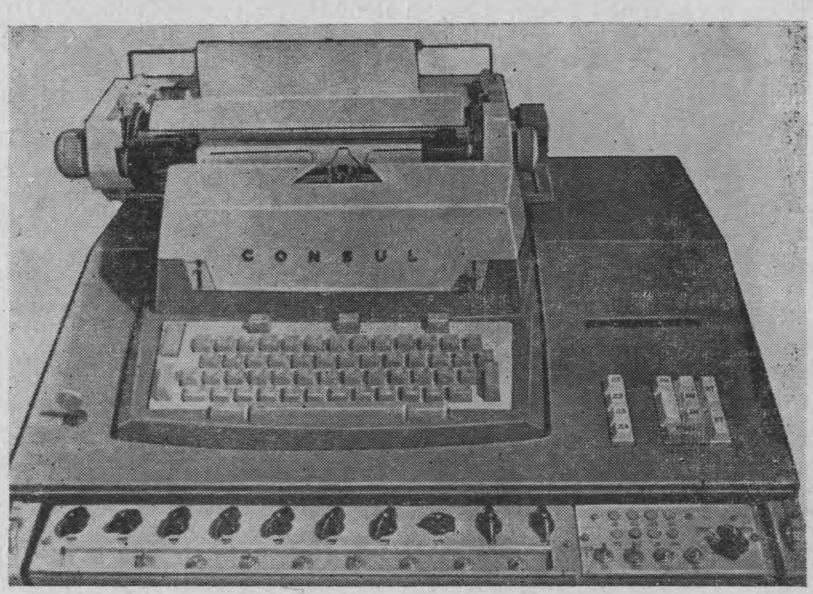


Рис. 12. Регистратор производства РП-100

При составлении макета документа анализируется вид определенных групп реквизитов, частота их изменения и использование при составлении документов.

Информация, обрабатываемая на регистраторах, подразделяется на постоянную, условно-постоянную и оперативную (переменную).

Постоянной информацией называется информация, содержание которой не меняется в течение длительного времени. К такой информации относятся, например, технические характеристики судов, портов, нормативы обработки судов. Постоянная нормативно-справочная информация заносится с перфокарты в алфавитно-цифровом виде, а с перфожетона — в цифровом.

Повторяемые для определенной группы документов цифровые данные считаются условно-постоянными и заносятся с помощью блока условно-постоянных признаков. К таким данным относится, например, дата составления документа.

Таблица 2

Характеристики	Тип устройства								
	РП-10	РП-11	РП-50	РП-51	РП-100	РП-101	РИ-7501	РИ-7401	РИ-4501
Тип вводимой информации	ц	ц	ц	ц	а-ц	а-ц	а-ц	а-ц	а-ц
Разрядность ПЖ	6	6	6	6	6	6	15	15	15
Разрядность БУПП	10	10	10	10	10	10	13	13	13
Выполнение арифметических операций	Нет	Нет	+,−	+,−	—	—	+,−, ×	Нет	Нет
Разрядность чисел для вычислений	—	—	6	6	—	—	10	—	—
Программный носитель	ПК	ПК	ПК	ПК	ПК	ПК	ОЗУ	ОЗУ	ОЗУ
Ширина документа	210	210	210	210	320	320	320	320	ЭЛТ
Объем программы	40	40	40	40	40	40	128	128	120
Дальность передачи без АПД, км	—	—	—	—	—	—	0,5	0,5	0,5
Сопряжение с АПД	—	Да	—	Да	—	Да	Да	Да	Да
Дальность передачи с АПД, км	—	10	—	10	—	10	10	10	10
Объем ОЗУ, знаки	—	—	—	—	—	—	128	128	128

Принятые сокращения: ц — цифровая информация, а-ц — алфавитно-цифровая информация, ПК — перфокарта.

Переменной называется информация, содержание которой меняется от документа к документу. Она заносится на документ с помощью клавиатуры.

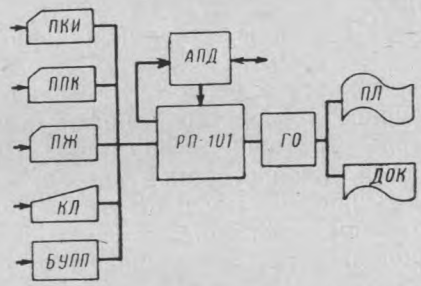


Рис. 13. Обозначение регистраторов на технологических схемах:
ПКИ — перфокарта информационная; *ППК* — программная перфокарта; *ПЖ* — перфожетон; *КЛ* — клавиатура; *БУПП* — блок условных постоянных признаков; *АПД* — аппаратура передачи данных; *РП* — регистратор производства; *ГО* — групповая операция; *ПЛ* — перфолента; *ДОК* — документ

При формировании сообщения в машиночитаемом виде в его состав вводятся служебные признаки: начало сообщения (текста) — НТ, конец сообщения (текста) — КТ, разделитель информации — РИ, пробел и т. д.

Исходная информация, представляемая на перфоносителях, кодируется следующим образом.

На перфожетоне каждая десятичная цифра кодируется четырьмя двоичными знаками двоично-десятичного кода для перфожетонов гребешкового типа или в перфоленточном коде для армиро-

ванных перфожетонов. Кодирование информации на перфокарте производится в коде по ГОСТ 10859—64. Следует отметить, что в процессе работы одной программы к перфокарте может производиться несколько обращений. Части сообщения, которые будут использованы при одном обращении, выделяются с помощью символа РИ. В конце информации, представляемой на каждой перфокарте, ставятся два символа РИ, которые используются системой управления регистратором для автоматического вывода перфокарты из считывателя.

При кодировании данных следует учитывать местоположение начала каждого сообщения. Обычно при обращении к перфокарте данные печатаются от начала строки. Поэтому пустые места в начале строки и между словами кодируются с помощью символа «Пробел». Например, печать слов «Лабораторная работа 10» посреди документа кодируется следующим образом: Пр Пр Пр Пр Пр Пр Пр Лабораторная Пр работа Пр 10 РИ.

Программа работы регистратора представляет собой последовательность команд, по каждой из которых выполняются строго определенные операции.

Все операции, к которым сводится процесс обработки информации на регистраторах производства, делятся на 4 группы:

а) служебные команды опроса-проверки готовности датчиков и приемников к работе и приведения их в начальное состояние после выполнения программы;

б) команды, реализующие операцию поразрядной передачи информации с датчика в приемник (приемники);

в) команды передачи цифровой или алфавитно-цифровой информации и служебных символов с программной карты в приемники;

г) команды выполнения арифметических операций.

Программа обработки заносится на 80-колонную программную перфокарту у регистраторов производства или вводится в запоминающее устройство с информационной карты или с перфоленты у регистраторов информации. Программная перфокарта передвигается узкой стороной вперед. Команды с программной карты считываются последовательно, поколонно. После выполнения команды, занесенной в считываемую колонку, программная карта продвигается и выполняет команду, записанную в следующей колонке.

Служебные команды записываются в начале и в конце программы.

В начале программы обычно записываются команды опроса состояния датчиков и приемников. По этим командам опрашивается готовность к работе датчиков Д1, Д2 и приемника П2. При наличии неисправностей в регистраторе программа прерывается и выдается сигнал «Авария».

По командам «Сброс» датчики и приемники возвращаются в исходное состояние, при этом производятся выброс перфожетона, вывод перфокарты, возврат каретки в исходное состояние и ее

разблокировка. Команды «Сброс» должны быть записаны в конце каждой программы.

После команд «Опрос» обычно в состав программы вводится признак «Начало текста», который только перфорируется на перфоленте. За этим признаком производятся обращение к датчикам и приемникам, печать данных с перфокарты и другие операции в необходимой последовательности.

Программирование процедур передачи данных датчиков в приемники производится путем задания адреса датчика и адресов приемников. Каждому адресу датчика на перфокарте соответствует пробивка позиции, соответствующей номеру датчика (Д1 — 1, Д2 — 2, Д3 — 3, Д4 — 4).

Для регистраторов производства адреса приемников кодируются пробивками на 8-й позиции для печати (П1), на 9-й позиции для перфорации (П2) и на нулевой позиции при передаче данных в БВО.

Например, необходимо: переписать информацию: а) с датчика Д2 (перфокарта) в приемник П1 (устройство печати) и б) с датчика Д3 (блок условно-постоянных признаков) в приемники П1 и П2 (печать и перфорация).

Команды будут иметь условную запись: а) Д2→П1 и б) Д3→П1, П2 и код перфорации: 2—8 и 3—8—9.

§ 8. СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО СБОРА И ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

Устройства дистанционного сбора предназначаются для формирования первичной информации, ее дистанционного сбора, передачи и первичной обработки.

Эти устройства могут использоваться как автономные системы сбора информации, так и в составе автоматизированных систем управления предприятиями.

Устройства дистанционного сбора информации организуются в системы, принципиальная схема которых представлена на рис. 14.

Система дистанционного сбора информации состоит из периферийных устройств, устанавливаемых в местах зарождения информации и набора устройств централизованного сбора информации, устанавливаемых в местах сбора и предварительной обработки информации. Периферийные устройства соединяются с устройствами централизованного сбора с помощью каналов связи.

В зависимости от конструкции системы в качестве периферийных устройств могут использоваться как специальные устройства, так и стандартные регистрирующие устройства, например регистраторы производства РП-11, РП-51, РП-101 и информации РИ-7401 и РИ-7501, имеющие аппаратуру для передачи данных.

Периферийные устройства формируют первичные сообщения с использованием различных носителей информации. Они включают в свой состав блоки набора информации с помощью следующих средств: клавиатуры цифровой или алфавитно-цифровой, перфоже-

тона, перфокарты, переключателей блока условно-постоянных признаков.

С помощью этих средств вначале сообщение формируется, набирается и подготавливается к передаче. После подготовки сообщения выдается сигнал запроса на передачу этого сообщения. Передается сообщение автоматически в определенной последовательности, алгоритм которой задается типом сообщения и конструкцией системы сбора информации.

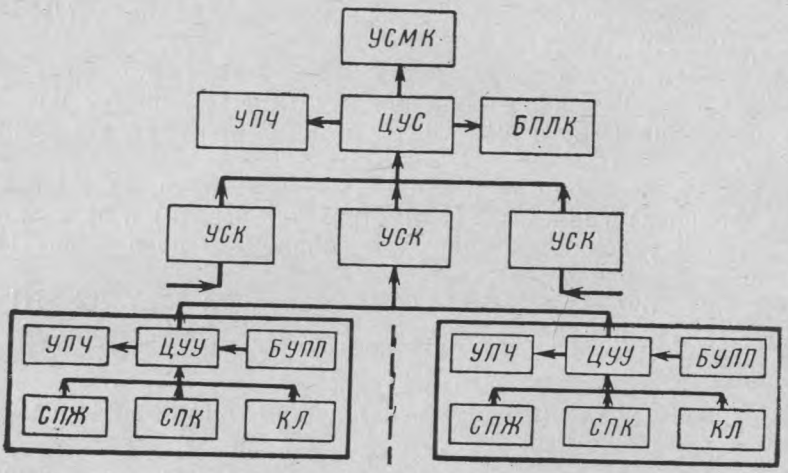


Рис. 14. Блок-схема устройств дистанционного сбора информации

В узле сбора информации устанавливается комплекс аппаратуры, собирающий информацию, осуществляющий ее промежуточное накопление, а при необходимости и печать, перфорацию или непосредственную передачу в ЭВМ. В состав этой аппаратуры могут входить устройства: согласования с каналами (УСК), централизованного сбора (ЦУС), перфорации перфоленты или перфокарты (БПЛК), печати (УПЧ), согласования с мультиплексным каналом ЭВМ (УСМК).

Устройство согласования с каналами осуществляет также предварительную концентрацию каналов связи, что позволяет одновременно собирать данные от нескольких периферийных устройств (по одному на каждое УСК). При небольшом количестве периферийных устройств согласование с каналами производит устройство управления дистанционным сбором информации.

Устройство централизованного сбора (ЦУС) информации осуществляет подключение по определенному алгоритму периферийных устройств, прием набранной на них информации и промежуточное ее накопление, выдачу этой информации на печать, перфорацию или непосредственно в ЭВМ через устройство согласования.

Для предварительного накопления информации используется оперативное запоминающее устройство, размеры которого могут достигать нескольких тысяч знаков.

Последовательность сбора, накопления и выдачи информации задается либо конструктивно, либо с помощью специальных программ.

Конкретный набор блоков устройств дистанционного сбора информации определяется назначением системы и объемом собираемой информации.

Существующие системы дистанционного сбора производят одностороннюю передачу информации от периферийного устройства до устройства сбора, в обратном направлении информация не передается. В ряде систем в периферийных устройствах информация печатается на узкую бумажную ленту (как, например, в устройстве Р-901), широкую бумажную ленту (в устройстве Даро-Целлатрон-1600). Использование печати позволяет получить в местах зарождения информации документ, который может служить контрольным документом, оправдательным или используемым для связи с другими организациями, предприятиями или частными лицами. В последнем случае документ печатается в нескольких экземплярах.

Удаление периферийных устройств от устройств централизованного сбора информации колеблется от 700 м (у системы Р-902) до 10 км(у систем с использованием средств регистрации). Количество периферийных устройств зависит от конкретной системы. К системе Р-902 может быть подключено до 12 устройств, к системе «Донец 1»— 16 устройств, а к системе «Даро-Целлатрон-1600»— 128 устройств. При использовании большого числа периферийных устройств для удобства управления и сбора информации применяются промежуточные устройства согласования с каналами, к каждому из которых может быть подключена определенная группа периферийных устройств.

По виду формируемых сообщений устройства дистанционного сбора информации разделяются на цифровые и алфавитно-цифровые.

Для сбора и передачи информации с помощью цифровых устройств для каждого типа сообщения составляется жесткий макет линейной формы, определяющий количество разрядов, отводимых под значение определенного показателя. Состав макета сообщения учитывается алгоритмом обработки информации. Само сообщение представляет собой набор цифр. К цифровым системам относится, например, система сбора информации Р-901/Р-902.

Алфавитно-цифровые устройства дистанционного сбора информации не накладывают столь жестких ограничений на состав сообщения и способ представления информации. Формат сообщения может иметь менее жесткий макет и занимать несколько строк документа. Сообщение заполняется алфавитно-цифровыми символами. К устройствам этого типа относятся системы «Донец-1», «Ввод 1 М», «Даро-Целлатрон-1600» и другие.

По способу сбора информации устройства дистанционного сбора информации подразделяются на системы с циклическим опросом занятости периферийных устройств, работающие по запросу от периферийных устройств и запросно-ответные.

В системах первого типа централизованное устройство сбора производит циклические подключения периферийных устройств и прием информации от устройства, если имеется запрос на передачу информации.

В системах второго типа централизованное устройство организует подключение периферийных устройств в зависимости от их приоритета и последовательности подачи запроса.

Принцип работы устройств дистанционного сбора информации рассмотрим на примере автоматизированной системы Р-901/Р-902.

Автоматизированная система дистанционного сбора информации состоит из устройства централизованного сбора и регистрации информации Р-902 и периферийных устройств набора и подготовки данных Р-901.

Автоматизированная система производит циклический опрос периферийных устройств, передачу подготовленной информации на устройство ее централизованного сбора, перфорацию полученных данных на бумажную перфоленту или передачу электрических сигналов через устройство согласования в ЭВМ. К одному устройству Р-902 может быть подключено до 12 периферийных устройств Р-901. Периферийное устройство может быть удалено от центрального устройства сбора на расстояние до 700 м.

Периферийное устройство набора данных Р-901 предназначено для работы в составе аппаратуры сбора и передачи данных. Оно устанавливается на рабочих местах, где подготавливается первичная информация. С его помощью сообщение набирается в числовом виде по заданному макету и передается в центральное устройство сбора данных Р-902.

Периферийное устройство набора данных Р-901 включает следующие блоки: управления (ЦУУ) с панелью управления, клавиатуры (КЛ), блок условно-постоянных признаков (БУПП), считывания жетона (СПЖ), считывания перфокарты (СПК), печати (УПЧ), питания.

Блок управления обеспечивает своевременное подключение и отключение линии связи и считывание информации при поступлении управляющих сигналов от устройства Р-902, управляет сигнализацией, приводом и печатью.

Панель управления и сигнализации задает режим работы устройства («РАБОТА», «КОНТРОЛЬ»), состав формируемого сообщения (с картой, без карты, с жетоном, без жетона), осуществляет сигнализацию и формирование текущей даты и номера устройства.

Блок клавиатуры предназначен для считывания данных, набранных на клавиатуре. Каждый разряд клавиатуры содержит все цифровые клавиши, кроме нуля, который вырабатывается автоматически, если не нажаты клавиши разряда.

Блок считывания жетона служит для считывания данных со специальных пластмассовых жетонов, которыми кодируется, например, табельный номер оператора или рабочего, номер рабочего места.

Блок считывания с перфокарты используется для считывания перфорации на 80-колонной перфокарте. Считывание производится щетками при поколонном старт-стопном движении перфокарты (узкой стороной вперед).

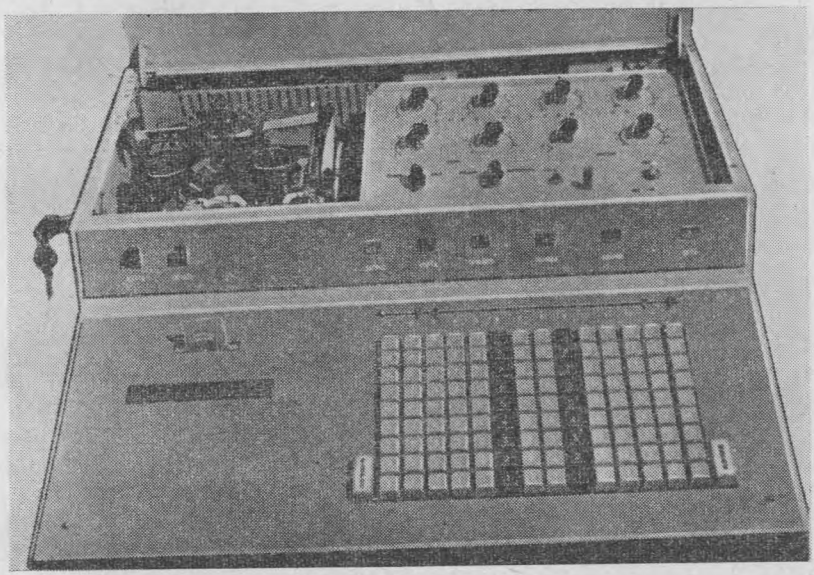


Рис. 15. Периферийное устройство подготовки информации Р-901

Блок печати печатает передаваемую информацию и текущую дату на бумажную телеграфную ленту шириной 10 мм. В него входят 11 рычагов, печатающие шифры 0—9 и служебный знак=, механизмы бумажной и красящей ленты, электромагниты и усилители, управляющие электромагнитами.

Блок питания выдает необходимые стабилизированные напряжения.

Конструктивно периферийное устройство набора данных выполнено в виде отдельного аппарата, соединяемого с помощью кабеля с центральным устройством сбора (рис. 15) информации Р-902.

Сообщение на устройство Р-901 формируется с помощью группы переключателей, которые находятся в верхней части панели управления и сигнализации; специального пластмассового жетона (данные на жетоне набираются путем перфорации отверстий, соответствующих определенному коду числа, на одном жетоне мо-

жет быть набрано только одно число); стандартной 80-колонной перфокарты, на которой заранее перфорируются необходимые данные (для каждого рабочего места должен быть отперфорирован набор перфокарт; при формировании сообщения определенного типа из этого набора выбирается необходимая перфокарта); цифровой клавиатуры. Каждый разряд клавиатуры содержит девять цифровых клавиш (1—9).

Устройство Р-901 обеспечивает формирование и передачу на устройство Р-902 сообщений трех видов, которые формируются:

1-й вид — номером устройства, клавиатурой, жетоном, перфокартой;

2-й вид — номером устройства, клавиатурой, жетоном;

3-й вид — номером устройства, клавиатурой.

Одновременно со считыванием набранных сообщений они печатаются на узкую бумажную ленту. Кроме того, вслед за сообщением печатается дата, набранная с помощью переключателей. Дата в состав сообщения не входит и на Р-902 не передается.

Устройство работает в двух режимах: в рабочем — по команде от устройства Р-902 и в контрольном — без установления связи с устройством Р-902.

Необходимый режим работы выбирается с помощью переключателя «режим работы».

В рабочем режиме производятся считывание десятичного цифрового кода набранного сообщения, преобразование сообщения из десятичного кода в один из кодов передачи данных, передача сообщения на устройство Р-902, печать в десятичном коде сообщения и текущей даты на узкой бумажной ленте.

В контрольном режиме информация на Р-902 не передается. Этот режим используется для проверки правильности работы всех устройств, для чего набираются сообщения первого типа, имеющего максимальную разрядность.

§ 9. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ АВТОМАТЫ И АВТОМАТИЧЕСКИЕ ПИШУЩИЕ МАШИНКИ С ПЕРФОПРИСТАВКАМИ (ФЛЕКСОРАЙТЕРЫ)

Этот вид машин широко используется за рубежом в основном для совершенствования делопроизводства как устройство оргатехники. Большинство из них обеспечивает автоматическую обработку первичных документов, изготовление при печатании перфоленты с закодированной информацией. Кроме того, допускается дополнительное программирование при помощи одноступенчатого программного блока, запись цифровых данных в соответствующих колонках при помощи входного запоминающего устройства, которое позволяет исправлять обычно установленные первичные данные. Некоторые флексорайтеры допускают считывание дополнительной информации с перфолент, перфокарт, карт с краевой перфорацией. Закодированные стандартные тексты машина печатает автоматически со скоростью 20 знаков в секунду. Наряду с высо-

кой скоростью печати устраняется необходимость в диктовке текста, повторном изготовлении стандартных документов, а также в считывании отпечатанных материалов и т. д.

К таким устройствам относятся организационные автоматы «Консул-261», «Оптима-528», «Супертайпер», флексорайтеры фирмы «Фриден» и т. д.

Последние конструкции машин этого типа учитывают возможность сопряжения их с ЭВМ или использования в качестве периферийной аппаратуры систем управления, или в составе абонентских пунктов.

К ним, например, относятся электронный пишущий автомат с программным управлением ЭПРА, ЭПРА-2, схема которого представлена на рис. 16.

Электронный пишущий автомат включает следующие основные узлы:

электрофицированную автоматическую пишущую машинку (АЦПМ),

устройство считывания данных с перфоленты, включающее два считывающих механизма (СПЛ),

перфоратор ленточный (БПЛ),

центральное устройство управления автоматом с пультом управления (УУ) и устройством сравнения (УСР).

Каждый узел, в свою очередь, включает схему местного управления, которая получает с пульта управления сигналы и обеспечивает функционирование данного узла в различных режимах работы.

Пульт управления состоит из клавиатуры занесения информации (АЦКЛ), органов управления на пишущей машинке и на левой и правой панелях управления, схемы индикации состояния автомата.

Схема управления обеспечивает выполнение нескольких режимов работы, в каждом из которых участвует определенное количество блоков автоматов.

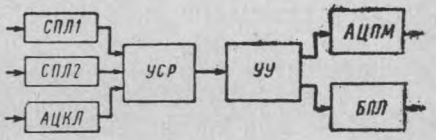


Рис. 16. Блок-схема организационного автомата

Основные режимы работы организационного автомата следующие.

1. Ручная печать данных. В этом режиме работает только пишущая машинка, выполняя сплошную или табулированную печать алфавитно-цифрового текста в двухцветном исполнении. Информация вводится оператором вручную с клавиатуры пишущей машинки.

2. Ручная печать с перфорацией ленты. Этот режим выполняется так же, как и предыдущий, т. е. данные набираются вручную с клавиатуры пишущей машинки, только дополнительно данные перфорируются на перфоленту.

3. Автоматическая печать информации, считанной с перфоленты. В этом режиме производится распечатка данных, считываемых с заранее полученной перфоленты. Перфолента может быть получена как на данном автомате, так и от приемного устройства системы связи. Этот режим совместно со вторым режимом может, например, использоваться при корректировке ранее напечатанного текста.

4. Автоматическая печать с перфорацией. Этот режим выполняется аналогично предыдущему с дополнительной выдачей перфолент и может предназначаться для тех же целей.

5. Автоматическая печать информации, поступающей из канала связи. Этот режим используется, если организационный автомат подключается непосредственно к каналу связи и является источником — приемником информации в составе аппаратуры абонентского пульта и применяется как удаленное устройство вывода информации. По каналу связи поступают информация и кодовые импульсы управления кареткой пишущего механизма. Источником информации может быть находящаяся на другом конце канала связи ЭВМ или аппаратура передачи данных, осуществляющая считывание данных с перфоленты.

6. Автоматическая печать и перфорация на ленту данных, поступающих из канала связи. Этот режим выполняется аналогично предыдущему с дополнительной выдачей перфоленты.

7. Поиски начала массива информации, имеющего определенный шифр. Этот режим используется, если необходимо найти начало определенного массива. В этом случае текст должен быть разбит на части, каждая из которых должна в начале иметь определенный шифр. Текст информации должен находиться на ленте. Перед поиском набирается заданная кодовая комбинация на клавишно-наборной секции пульта управления.

При считывании информации с перфоленты считываемая кодовая комбинация сравнивается с заданной. При их совпадении прекращается движение перфоленты и считывание данных с нее.

8. Реперфорация — дублирование ранее полученной перфоленты. Исходная перфолента считается одним из считывающих механизмов, с помощью перфоратора производится ее копирование.

9. Работа от двух считывателей. Этот режим используется, например, при формировании единого документа, части которого находятся на разных перфолентах. Примером такого документа может быть составленная по определенному виду сводка отчетности. Шапка такого документа может быть использована многократно и занесена заранее на перфоленту. Оперативное содержание реквизитов может быть получено по каналу связи и выдано на перфоленту. Используя две перфоленты, можно получить единый документ.

Как уже указывалось ранее, при работе на организационном автомате в процессе составления одного документа может быть использовано несколько режимов.

§ 10. УСТРОЙСТВА ПОДГОТОВКИ МАШИННЫХ НОСИТЕЛЕЙ С РУЧНЫМ ВВОДОМ ИНФОРМАЦИИ

Эта группа устройств осуществляет ручной ввод информации с клавиатуры для занесения ее на машинные носители. Последовательность занесения информации также задается оператором.

По типу выполняемых операций ручные устройства подготовки данных можно разделить на три группы: устройства занесения данных на машинные носители; устройства контроля записи данных; комбинированные устройства.

Устройства занесения данных перфорируют их на перфокарты или перфоленты или записывают на магнитную ленту.

Контрольно-считывающие устройства считают отперфорированные данные, сравнивают их с данными, набранными на клавиатуре или считываемыми с другого носителя.

Комбинированные устройства совмещают функции нанесения данных на машинные носители с одновременной печатью текста на бумажном носителе.

По типу носителей ручные устройства подготовки данных разделяются на устройства подготовки перфокарт, устройства подготовки перфолент, устройства подготовки магнитных лент.

Ручные устройства подготовки перфокарт. Перфорация данных на перфокарты и контроль правильности перфорации производятся с помощью ручных цифровых, алфавитно-цифровых перфораторов и контрольников и комбинированных устройств подготовки перфокарт (УПДК).

Перфораторы. По принципу работы перфораторы подразделяются на одноперiодные и двухпериодные.

В одноперiодных перфораторах перфорация производится за один такт вместе с нажатием определенной информационной клавиши. Одновременно набирается один знак. По мере набора данных перфокарта перемещается под пробивным механизмом. Перфораторы этого типа могут дублировать постоянные признаки или переносить данные с одной карты на другую. При этом также производится позначная перфорация данных с последовательным перемещением перфокарты.

К последовательным одноперiодным перфораторам относится большинство отечественных перфораторов с ручным вводом.

В двухпериодных перфораторах процесс подготовки машинного носителя разделен на два этапа. На первом этапе набираются все данные, которые должны быть отперфорированы на перфокарте, затем данные во всех колонках перфорируются одновременно за один цикл. Преимущество этих перфораторов по сравнению с одноперiодными состоит в том, что они позволяют корректировать исходные данные при наборе их на клавиатуру до перфорации, а в одноперiодных исправить ошибку можно только при повторной

перфорации на новой перфокарте. Кроме того, на двухпериодных перфораторах можно перфорировать несколько перфокарт от одного набора и серию перфокарт с одинаковыми пробивками на части перфокарты.

Основным их недостатком является громоздкость клавиатуры при электромеханическом исполнении. Если в одноперіодных перфораторах используется набор клавиатуры для перфорации одного разряда, то в двухпериодном необходимо иметь набор клавиатуры для всей перфокарты или запоминающее устройство для хранения информации на всю перфокарту.

По двухпериодной схеме работают сорокапятиколонный цифровой перфоратор ПД45-2 и УПДК с запоминающим устройством и расшифровкой перфорации.

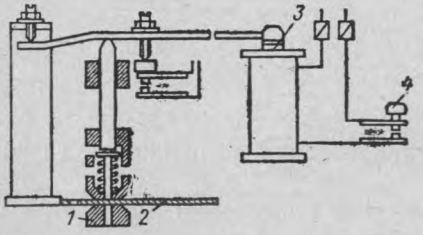


Рис. 17. Принцип работы одноперіодного перфоратора:

1 — перфорирующий механизм; *2* — перфокарта; *3* — пробивной магнит; *4* — клавиатура

Принцип работы ручного перфоратора рассмотрим на примере одноперіодного цифрового перфоратора П80-6 (рис. 17).

Этот перфоратор использует электромеханический принцип действия, имеет электрифицированную клавиатуру с механической блокировкой клавиш. Набор данных осуществляется вручную. Подача и откладка перфокарт производятся автоматически от электродвигателя.

Перфоратор включает следующие узлы и механизмы: подачи и транспортировки перфокарт, перфорации, откладки перфокарт, дублирования, управления, один подающий карман и два приемных. Этот набор устройств перфоратора позволяет выполнять следующие операции: перфорацию вручную по всем 80 колонкам; однократный пропуск — пропуск перфокарт на одну колонку без перфорации; многократный пропуск без перфорации на несколько колонок; полный пропуск перфокарты с любой колонки; перфорацию в одной колонке любой цифровой позиции и признаков от 11 и 12 позициям, автоматическое дублицирование (изготовление перфокарты-дубликата) с готовой карты-шаблона.

Механизм подачи перфокарт подает одну чистую перфокарту из магазина подачи. Осуществляется это с помощью подающего ножа с механизмами, обеспечивающими его возвратно-поступательное движение, отбор перфокарты и подачу ее под поводки каретки. Передвигает каретку с перфокартой под пробивным механизмом транспортный механизм.

Блок перфорации включает матрицу с 12 отверстиями и 12 пробивных магнитов, по паре на каждую позицию перфокарты. Магниты включены в электрическую цепь соответствующей клавиши позиции. Клавиша замыкает цепь, после чего срабатывает электромагнит и перфорирует соответствующую позицию. После перфо-

рации срабатывает транспортный механизм и передвигает каретку с перфокартой на одну колонку.

Механизм дублирования используется для автоматического дублирования данных, снимаемых с карты-шаблона. Этот механизм имеет свою каретку и карточное ложе. На карточное ложе укладывается карта-шаблон, имеющая пробивки, которые должны быть перенесены на чистую карту. Дублирующий механизм передвигается синхронно с кареткой перфорируемой карты. Над соответствующими позициями карты-шаблона устанавливаются 12 щеток. Перед дублированием управление от клавиатуры переключается на щетки дублирующего механизма. При замыкании контакта на определенной позиции карты-шаблона производится перфорация на аналогичной позиции карты-копии.

На панели клавиатуры расположено 15 клавиш, из них 12 клавиш предназначены для перфорации цифровых данных и 3 клавиши управления, с помощью которых осуществляется однократный (на одну позицию) или многократный (на несколько позиций) пропуски перфокарты без перфорации, а также перевод каретки в исходное положение, подача и откладка перфокарт.

Алфавитно-цифровой перфоратор ПА80-2 выполнен по аналогичной схеме, что и цифровой перфоратор. Он предназначается для перфорации цифровой и алфавитно-цифровой информации на 80-колонные перфокарты. Для перфорации цифровой информации используется аналогичная клавиатура, что и в цифровом перфораторе. Алфавитная информация вводится с помощью алфавитной клавиатуры через шифратор, который обеспечивает срабатывание нескольких пробивных магнитов, в результате чего каждая буква кодируется несколькими позициями.

Схема управления алфавитно-цифровым перфоратором несколько сложнее, так как он может выполнять дополнительные функции, например автоматически перфорировать несколько постоянных признаков, задерживать перфорацию на 4 шага, что позволяет частично исправить ошибки перфорации, и т. д.

Перспективными для подготовки данных на перфокартах являются ручные перфораторы с расшифровкой. Такие перфораторы одновременно с ручным вводом и перфорацией данных на перфокартах распечатывают расшифрованные данные на верхнем поле перфокарты.

Перфоратор включает электро-механические блоки (магазин подачи и механизм подачи, механизм транспортирови перфокарт, узел перфорации, расшифровывающий механизм, магазин приемки) и блок управления, состоящий из считывающего устройства с программной перфокарты, клавиатуры, памяти и схем управления.

Устройство работает в двух режимах: с ручным и с программным управлениями.

При работе с ручным управлением все операции производятся по командам, задаваемым вручную оператором. В этом режиме перфорируемые данные вводятся в память устройства. После за-

полнения блока памяти на одну перфокарту производится перфорация с одновременной расшифровкой кода каждой колонки и печать знаков над колонками.

В режиме с программным управлением в зонах для ручной работы данные вводятся с клавиатуры, а в зонах автоматической работы устройство функционирует без вмешательства оператора. Расшифровка в заданных зонах включается и выключается программной картой.

В обоих режимах может производиться пропуск части перфокарты без обработки или с переносом данных с предыдущей перфокарты на последующую в определенных зонах, выбираемых оператором.

Кодовые комбинации, не предусмотренные стандартом, перфорируются путем многократной перфорации с помощью цифровой клавиатуры. Нестандартные комбинации не перфорируются.

Конструкция перфораторов предусматривает возможность визуального наблюдения перфорации.

К устройствам подобного типа относятся перфораторы: ЕС-9011, ЕС-9015, фирмы Джуки, ИБМ и т. д.

Техническая характеристика перфоратора ЕС-9011 следующая: скорость ручной перфорации — до 15 колонок в секунду, скорость дублирования — 25 колонок в секунду, скорость вывода из устройства считывания и дублирования — 100 колонок в секунду; имеются один подающий карман емкостью 500 карт и два приемных кармана емкостью до 500 карт; две программы, содержащих по 14 команд; диапазон хода перфокарты при осмотре отперфорированного знака — вперед-назад по 5 колонок.

Контрольники. Контрольники предназначаются для проверки правильности набивки данных на перфораторах. Имеется несколько способов контроля перфорации. Отечественные контрольники используют метод верификации, т. е. имитации повторной перфорации данных по одному документу. Эту имитацию может производить оператор, перфорировавший данные, а также, что даже лучше, другой оператор. Проверяется пробивка каждой колонки, начиная с первой. При этом перфокарта движется между щетками и контактным валиком, включенным в цепь электромагнита. Механизм восприятия состоит из 12 щеток и 12 панелей.

Каждая щетка включена в цепь своей клавиши на наборном поле.

Электросхема контрольника составлена таким образом (рис. 18), что в случае совпадения кода пробивок в определенной колонке с набором клавиатуры включается транспортный механизм, передвигающий перфокарту на одну колонку влево. При несовпадении номеров пробивок на перфокарте в данной колонке с номером нажатой клавиши перфокарта не перемещается и зажигаются соответствующие сигнальные лампы. После этого проверяют, является ли несовпадение ошибкой перфорации или неправильно нажата клавиша на контрольнике. В случае несовпадения при повторном нажатии клавиши перфокарта отмечается как брако-

ванная и с помощью сортировального механизма откладывается в карман брака.

По своему устройству все контрольники являются одноперио-дными и разрабатываются на базе соответствующих перфораторов, имеют много общего с ними по устройству (те же механизмы подачи, транспортировки и откладки перфокарт, клавиатуры). Основное отличие состоит в том, что вместо механизма перфорации устанавливаются механизм восприятия и дополнительная клавиатура управления контролем.

Отечественная промышленность выпускает цифровые контрольники К80-6 и К45-6, алфавитно-цифровые контрольники КА80, используемые для контроля данных в коде перфорационных машин, и ЕС-9013, используемый для контроля информации в коде ЭВМ Единой системы.

Контрольник К80-6 имеет механизм отметки проверенных колонок и отметки правильных перфокарт. Механизм отметки проверенных колонок на каждой проверенной колонке выдавливает отметку ниже девятой позиции. Правильность проверки отмечается пробивкой полуокружности в верхнем углу после 80-й колонки.

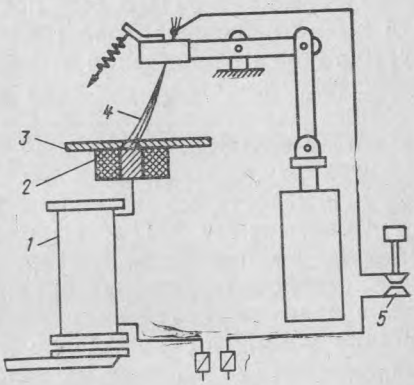


Рис. 18. Принципиальная схема контрольника:

1 — электромагнит транспортного механизма; *2* — контактная панель; *3* — перфокарта; *4* — считывающая щетка; *5* — клавиша

По сравнению с перфоратором П80-6 в контрольнике К80-6 дополнительно введены клавиши «Контроль чистого поля», «Пропуск с контролем», «Гашение». При помощи клавиши «Контроль чистого поля» проверяется отсутствие пробивок в нескольких колонках, в которых, согласно макету, не должно быть перфорации. Клавиша «Пропуск с контролем» используется для контроля отсутствия пробивки в одной колонке. Клавиша «Гашение» служит для выключения сигнальной лампы и освобождения каретки для продолжения контроля или включения механизма откладки перфокарты в карман брака. Механизм откладки включается с помощью выключателя «Выброс», установленного на панели.

Для контроля подготовки данных на перфокартах для машин Единой системы применяется контрольник ЕС-9013, используемый для ручного контроля перфокарт. Построен он по тому же принципу, что и цифровые контрольники, однако имеет более сложную схему управления, которая позволяет работать в двух режимах: с программным и ручным управлением. При работе в режиме с программным управлением вручную данные для контроля вводятся только в зоны ручного контроля, а в зонах автоматического контроля устройство работает автоматически, без вмешательства опе-

ратора. В обоих режимах устройство может осуществлять реверс укладки перфокарт.

Основные технические характеристики устройства контроля: скорость контроля вручную — до 15 колонок в секунду; скорость контроля автоматического — 25 колонок в секунду; скорость ввода из узлов считывания — 100 колонок в секунду; емкость подающего кармана — 500 карт; емкость приемных карманов — по 500 карт; количество контролируемых знаков — 82 символа; количество программ — 2.

Комбинированные устройства подготовки данных на перфокартах (УПДК). Эти устройства включают несколько стандартных устройств, соединенных устройством управления и преобразования. Разработан ряд конструкций таких устройств.

Первый тип УПДК был построен на базе телеграфного аппарата СТА-2М, перфоратора П80-6, контрольника К80-6, соединенных устройством управления и преобразования.

Это устройство позволяло производить ручную перфорацию исходных данных и контроль их занесения путем печати на бланке, а также преобразование и перенос информации с перфоленты на перфокарту.

Его недостаток — большие габариты и стоимость.

Современные УПДК выполнены на базе электрофицированной пишущей машинки и перфоратора-репродуктора.

Устройство преобразования, используемое в составе УПДК, производит перекодировку каждого символа из кода пишущей машинки в 12-позиционный код представления данных на перфокарте, передачу этого кода на перфоратор и управление режимом работы устройства. Каждое устройство может использоваться автономно и в составе УПДК.

С помощью такого устройства подготовки перфокарт могут осуществляться:

перфорация;

ручной набор исходных данных на клавиатуре с одновременной печатью и перфорацией;

репродукция перфокарт полностью или частично;

восприятие данных с одновременной печатью и т. д.

Устройства подготовки перфолент (УПДЛ). УПДЛ представляют собой унифицированные перфораторы, которые перфорируют данные в разных кодах и выполняют функции перфоратора и контрольника. Блок-схема УПДЛ представлена на рис. 19.

Устройство подготовки данных включает следующие блоки:

электрофицированную пишущую машинку, алфавитно-цифровая клавиатура (АЦКЛ) которой используется для ввода, а печатающий механизм (УПЧ) — для печати вводимой и контролируемой информации;

фотосчитывающее устройство с двух перфолент (ФСУ), которое может вводить данные с одной или двух перфолент,

перфоратор ленточный (ПЛ), перфорирующий исходные данные или дублирующий перфоленту,

блок регистров (РГ1 и РГ2), осуществляющий прием и сравнение символов, поступающих одновременно от двух устройств при сравнении (клавиатура — перфолента, перфолента — перфолента) или одного устройства при перфорации исходных данных (клавиатура) или дублировании, контроле вводимой и перфорируемой информации на четность, нечетность и т. д.,

блок управления и индикации (УУ), который управляет последовательностью работы всех устройств в различных режимах, производит индикацию состояния устройства, причин останова, а также набранных символов;

схемы контроля перфорации (СХК).

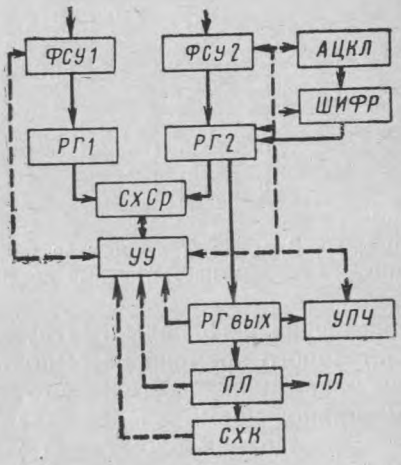


Рис. 19. Блок-схема УПДЛ

Устройство подготовки данных может работать в следующих режимах:

«Подготовка исходных данных». В этом режиме алфавитно-цифровая информация с помощью клавиатуры наносится на перфоленту с одновременной печатью ее для контроля на бумажном бланке;

«Реперфорация». В этом режиме данные с перфоленты вводятся в одно из устройств считывания и перфорируются с помощью перфоратора на другой перфоленте. В результате получается вторая перфолента;

«Сравнение двух перфолент». При этом режиме вводятся две перфоленты и сравнивается каждый символ. В случае совпадения данных перфолента перемещается дальше. Если данные, отперфорированные на сравниваемых перфолентах, не совпадают, то движение перфоленты останавливается;

«Сравнение двух перфолент с реперфорацией». При этом режиме выполняются операции, аналогичные операциям при предыдущем режиме. Кроме того, производится перфорация на третьей перфоленте совпадающих данных;

«Сравнение с клавиатурой». В этом режиме данные, набранные на клавиатуре, сравниваются с данными, вводимыми с перфоленты;

«Распечатки». При этом режиме данные считываются с перфоленты и распечатываются с помощью пишущей машинки.

«Сравнение с распечаткой». При этом режиме работают все устройства одновременно, производится ввод данных с двух перфолент, сравнение их, печать на бланке и перфорация в случае совпадения.

Используя перечисленные режимы, можно с помощью такого

устройства подготавливать перфоленты, проверять правильность перфорации, корректировать и дополнять данные.

Скорость ручной перфорации — до 10 символов в секунду, при остальных режимах — 50 символов в секунду.

Устройство подготовки данных может работать как автономное устройство подготовки данных и как устройство ввода информации в ЭВМ. В основном оно используется как устройство подготовки данных, так как его скорость ввода в ЭВМ много меньше скорости ввода специализированных устройств ввода.

Устройства подготовки данных на магнитных лентах. Эти устройства позволяют записывать информацию непосредственно на магнитную ленту, которая затем устанавливается во внешнее запоминающее устройство. В этом случае из технологии обработки информации на ЭВМ исключается время на ввод информации с помощью перфокарт или перфолент. При решении задач, оперирующих с большими массивами, первоначально эти данные с устройств ввода вводятся в оперативное ЗУ и затем перезаписываются из него на магнитную ленту. Исключение дорогостоящего машинного времени на выполнение этой операции значительно повышает производительность вычислительных машин, сокращает машинное время на решение задачи.

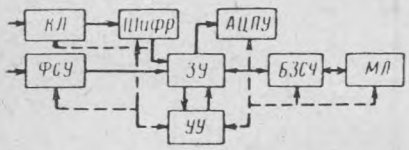


Рис. 20. Блок-схема устройства подготовки данных на магнитные ленты

Обобщенная блок-схема устройств подготовки данных на магнитных лентах представлена на рис. 20.

Информация на магнитную ленту записывается не позначно, а зонами. Размер зоны зависит от типа вычислительной машины, для которой разрабатывается устройство.

Для записи информации используется клавиатура (КЛ), в некоторых устройствах фотосчитывающее устройство с перфокарт или перфолент (ФСУ).

Устройства подготовки данных на магнитных лентах обычно работают в следующих режимах:

запись на магнитную ленту и контроль данных с клавиатуры;

ввод и контроль данных с устройств ввода с перфокарт или перфолент;

поиск и контроль записи данных на магнитной ленте.

При выполнении всех этих операций возможна ручная корректировка записанной информации.

Запись на магнитную ленту и контроль данных с клавиатуры производятся следующим образом. После набора символа на клавиатуре, он шифруется шифратором (ШИФР) и запоминается в запоминающем устройстве (ЗУ). Клавиатура устройства включает в себя как информационные клавиши (т. е. клавиши символов — букв, цифр, знаков математических отношений и т. д.), так и клавиши служебной информации (начало зоны, начало поля, слова

и т. д.). При шифровке символа он дополняется необходимым знаком для контроля по четности или нечетности.

Когда запоминающее устройство будет заполнено, производится контрольное чтение информации (в некоторых устройствах чтение ведется одновременно с записью). Для чтения информации используется индикационное устройство, на котором высвечивается один символ или группа символов.

В случае неправильного набора данных ошибочно набранный символ корректируется.

После контрольного чтения производится запись информации блоком записи считывания (БЗСЧ) на магнитную ленту.

Размер блока выбирается из условий работы лентопротяженных механизмов. Минимальный размер составляет 80 знаков, что соответствует размеру перфокарты.

В режиме записи информации с перфокарт (перфолент) и обратном поиске данных, записанных ранее на магнитную ленту и требующих корректировки, используются специальные программы, определяющие последовательность записи или считывания информации. Программа вводится с клавиатуры или с магнитной ленты.

При поиске и контроле записанной информации контролируется и корректируется информация, записанная на магнитной ленте.

Отечественное устройство подготовки данных на магнитной ленте ЕС-9001 выполнено по предыдущей схеме. Оно не имеет только устройства ввода с перфоносителей. Техническая характеристика этого устройства следующая: количество вводимых знаков — 96; плотность записи — 8 бит/мм; способ представления данных — код ДКОИ; максимальная длина зоны — 180 символов; скорость набора знаков на клавиатуре — 20 знаков в секунду; потребляемая мощность — 0,5 ква; размеры — 1200×650×1200 мм.

§ 11. КОМБИНИРОВАННЫЕ УСТРОЙСТВА ПОДГОТОВКИ ДАННЫХ

К комбинированным устройствам подготовки данных относятся устройства, которые могут перезаписывать данные с одних машинных носителей на другие, дублировать запись данных на машинных носителях полностью или частично.

В состав этой группы устройств входят:

устройства перезаписи информации с одних машинных носителей на другие, например, с перфокарты на магнитную ленту, с перфоленты на перфокарту, с перфоленты на магнитную ленту и т. д.;

перфораторы карточные с автоматическим вводом и управлением, осуществляющие, помимо специфических функций, операции частичного или полного копирования записи данных на перфокартах.

Устройства перезаписи информации. В ряде технологических схем обработки информации нередко возникает необходимость перезаписи информации с одних машинных носителей на другие. Например, при поступлении информации на машиносчетную

станцию по телеграфным каналам использование перезаписи информации с перфоленты на перфокарту позволяет исключить данные, неправильно переданные по каналу, а также произвести предварительную сортировку перед обработкой на вычислительных машинах.

Автономная перезапись информации с перфоносителей на магнитную ленту позволяет исключить эту операцию из технологической схемы обработки на ЭВМ, соответственно повысить производительность ЭВМ, так как скорость ввода данных с магнитной ленты более чем в сто раз больше скорости ввода данных с перфоленты, а также сократить затраты на решение задач, так как стоимость часа работы ЭВМ значительно больше стоимости часа работы устройства перезаписи информации.

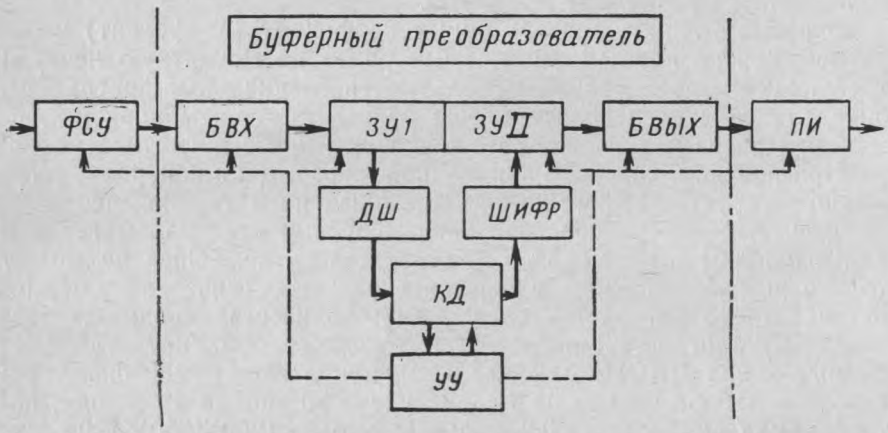


Рис. 21. Блок-схема устройства перезаписи информации с перфоленты на перфокарту

В настоящее время в практике используются устройства перезаписи информации с перфоленты на перфокарту, с перфоленты на магнитную ленту, с перфокарты на перфоленту.

Принцип работы устройств перезаписи рассмотрим на примере устройства (блока) перезаписи с перфоленты на перфокарту (БЛП).

Это устройство автоматически вводит данные, записанные на 5, 6, 7, 8-дорожечной перфоленте, преобразует соответствующий код записи данных на перфоленте в двоично-позиционный код записи данных на перфокарте и перфорирует полученный код на 80-колонную перфокарту.

Конструктивно БЛП состоит из трех функциональных устройств (рис. 21): фотосчитывающего устройства (ФСУ), буферного преобразователя, итогового позиционного перфоратора (ПИ).

Фотосчитывающее устройство вводит перфоленты, считывает с помощью фотоэлементов кода каждый символ и передает этот код в буферный преобразователь.

В качестве фотосчитывающего устройства используются стандартные устройства считывания данных с перфолент и ввода в ЭВМ, например, FS — 1500, FS — 1501, ФСМ-6.

Буферный преобразователь принимает поступающую с ФСУ информацию, накапливает ее, преобразует из перфоленточного кода в код перфокарты, организует процесс преобразования кода и записи информации в определенных местах на перфокартах.

Буферный преобразователь включает следующие блоки: входной блок (БВХ), запоминающие устройства (ЗУI и ЗУII), дешифратор (ДШ), шифратор (ШИФР), выходной блок (БВЫХ), блок управления и контроля (УУ).

Информация в буферный преобразователь вводится с 5, 6, 7, 8-дорожечной перфоленты. При этом она может быть представлена на перфоленте различными кодами (МТК-2, ГОСТ 10859—64, ГОСТ 13059—67 и т. д.) с проверкой на четность, нечетность и т. д.

Входной блок принимает и контролирует поступающую информацию. Запоминающее устройство ее накапливает. Шифратор преобразует каждый символ входной информации из входного кода в определенный вид кода представления данных на перфокарте. За один сеанс обработки он преобразует входной код одного типа в определенный выходной код. Способ преобразования задается с помощью коммутационной доски (КД).

Выходные данные на 80-колонной перфокарте пробиваются по заданному макету. При этом возможны изменения последовательности записи данных, автоматическая пробивка в любых колонках дополнительных постоянных признаков, запрет перезаписи части информации с перфоленты и т. д.

Устройство перезаписи автоматически контролирует правильность пробивки данных и исправление обнаруженных ошибок.

Выходной блок формирует выходное сообщение на перфокарте. Перфокарта в перфораторе движется широкой стороной вперед. Одновременно перфорируются на перфокарте все символы позиционно. Поэтому в выходном блоке накапливается информация в соответствии с заданным макетом.

Блок управления и контроля преобразователя управляет работой всех блоков устройства, контролирует перфорацию и т. д.

В качестве выходного устройства блока перезаписи используется стандартный итоговый перфоратор ПИ-80, имеющий скорость перфорации до 120 карт в минуту.

Производительность БЛП в 12 раз выше по сравнению с производительностью ручного перфоратора и контрольника.

Перфораторы с автоматическим вводом и управлением. В состав этой группы устройств входят перфораторы-репродукторы, считывающие и итоговые перфораторы. Все эти устройства, помимо выполнения специфических функций, могут выполнять одинаковые функции. Поэтому они состоят из одинаковых блоков. В технологической схеме обработки информации эти устройства могут частично заменять друг друга. Например, все они могут аг-

регатироваться с табуляторами для выдачи результатов решения на перфокарты, производить дублирование перфокарт.

Перфораторы-репродукторы (рис. 22) предназначаются в основном для создания перфокарт-копий с одной или нескольких перфокарт. Перфоратор имеет в своем составе два подающих магазина, в которые закладываются исходные массивы перфокарт, механизмы транспортировки и дублирования (перфорации) перфокарт, блоки репродукционного восприятия и управления. Механизм дублирования включает в свой состав пробивные устройства, блок считывания данных и два приемных кармана, в которые откладываются перфокарты.

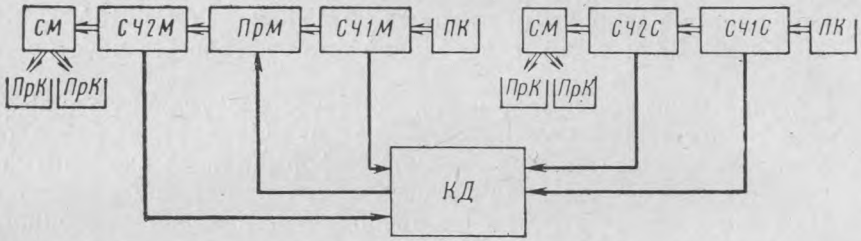


Рис. 22. Блок-схема перфоратора-репродуктора:
ПК — подающий карман; СЧ1 — первый считывающий механизм; ПрМ — пробивной механизм; СЧ2 — второй считывающий механизм; СМ — сортировальный механизм; ПрК — приемный карман; КД — коммутационная доска

Перфоратор-репродуктор работает в режимах: репродукции, дублирования, итогового перфоратора.

Эти режимы отличаются последовательностью установки перфокарт и настройкой схемы управления машиной.

Управление работой репродуктора осуществляется с помощью коммутационной доски, системы тумблеров и кнопок.

Репродукцией называется процесс автоматического снятия одной копии-карты с предварительно набитой карты-оригинала. При этом устройство позволяет снимать копию не со всей перфокарты, а только с части или вносить дополнительные признаки.

При репродукции в один (правый) подающий карман (ПК) закладывается массив с пробитыми перфокартами, с которых снимается копия, в другой карман (левый) закладывается массив чистых перфокарт. Карты в обоих трактах двигаются синхронно. При этом производится считывание данных с карты-оригинала с помощью считывающих механизмов (СЧ1) и перфорация данных на чистых перфокартах пробивным механизмом (ПрМ). В результате в левом приемном кармане накапливается массив перфокарт-копий.

В процессе репродукции можно изменить макет перфорации, перенести запись данных из одной группы колонок в другие. Такая необходимость возникает, например, в результате неудачной разработки макета перфорации или при использовании одних и

тех же данных в различных задачах и т. д. Макет изменяется с помощью коммутационной доски путем переключения выходов считывающих устройств на пробивные магниты других колонок.

При репродукции можно исключить перфорацию в нескольких колонках копии перфокарты. Это необходимо, если одни и те же данные используются при решении различных задач, имеющих разные признаки, или при обнаружении ошибок в составлении программы обработки, а также, если результаты решения одной задачи являются исходными данными для решения другой задачи.

Перфоратор-репродуктор имеет в своем составе цифровой датчик-импульсатор, который выдает импульсы на каждой позиции движения перфокарты. С его помощью можно перфорировать постоянные признаки в определенные колонки перфокарт-копий.

Репродукция производится, если необходимо получить точную копию карты-оригинала, изменить макет перфорации данных, исключить некоторые данные в копию перфокарты, внести постоянные признаки.

Следует отметить, что процесс репродукции может автоматически контролироваться самим перфоратором. Производится это путем сравнения пробивок в картах-оригиналах и картах-копиях. При совпадении пробивок машина продолжает перфорацию. При несовпадении пробивок машина останавливается, специальный указатель показывает номер колонки, где произведена ошибка перфорации. Кроме того, загорается красная сигнальная лампочка.

При дублировании используются карты-шаблоны, с которых снимается определенное количество копий. Карты-шаблоны имеют определенные призначные надсечки, которые используются при управлении процессом дублирования.

Существует два способа дублирования: односерийное и многосерийное.

При односерийном дублировании массив перфокарт, состоящий из одной карты-шаблона и определенного количества чистых перфокарт, закладывается в левый карман. После необходимой коммутации и настройки перфоратор переносит с предыдущей перфокарты на последующую необходимые признаки.

При многосерийном дублировании возможно снятие копий с нескольких карт-шаблонов, при этом с каждой карты снимается разное количество карт-копий. Массив перфокарт состоит из карт-шаблонов и чистых перфокарт. За каждой картой-шаблоном следует необходимое количество чистых перфокарт. Так же, как и при репродукции, при дублировании могут перфорироваться не все колонки и производится сдвиг данных.

Считывающий перфоратор предназначен для автоматического считывания и перфорации данных с перфокарт с графитной отметкой.

На перфокартах в соответствии с макетом простым графитным карандашом заштриховываются данные, соответствующие содержанию определенной величины.

После этого массив перфокарт с графитными отметками закладывается в приемный карман считывающего перфоратора. В воспринимающем механизме на каждую колонку установлено по три щетки. Графическая отметка является токопроводящим материалом. При прохождении под считывающими щетками она замыкает электрическую цепь, в которую входит пробивное устройство. Устройство срабатывает и перфорирует данные. Возможны два варианта перфорации. В первом случае перфорация производится на тех же колонках, в которых нанесены графитные отметки, во втором — в любых колонках, в зависимости от коммутации. В обоих случаях машина может воспринимать и перфорировать 27 разрядов.

Кроме того, этот перфоратор может выполнять и другие операции с 80-колонными перфокартами.

Считывающий перфоратор выполняет следующие функции:

считывание карандашных отметок и перфорацию данных в соответствии с карандашными отметками, нанесенными на данную перфокарту;

контроль считывания карандашных отметок, т. е. обнаружение карт, имеющих по две пробивки на одной колонке или не имеющих пробивки. Эти перфокарты откладываются в специальный карман;

итоговая перфорация;

дублицирование, т. е. пробивку по одной карте-шаблону любого количества перфокарт.

При этом считывание, контроль и итоговая перфорация могут выполняться одновременно.

Управление работой машины производится установкой переключателей и коммутацией последовательности операций на коммутационной доске.

При переполнении приемных карманов или при замятии перфокарт машина останавливается.

Механизм подачи перфокарт имеет один карман емкостью 750 перфокарт, два приемных кармана по 700 перфокарт. Средняя производительность машины — 100—120 карт в минуту. Время перфорации итоговых данных на одной перфокарте 0,6 с.

Итоговые перфораторы предназначаются для перфорации результатов решения задач, производимых табулятором. В этом случае итоговый перфоратор подсоединяется с помощью кабеля к табулятору.

Существует два типа итоговых перфораторов: линейные и позиционные.

Линейные итоговые перфораторы во многом схожи с одноперiодными ручными перфораторами и пробивают одну колонку перфокарты за другой. Они могут использоваться также при ручной перфорации.

Наибольшее распространение получили позиционные итоговые перфораторы, которые производят построчную пробивку данных последовательно одна позиция за другой.

Кроме того, перфоратор может использоваться и автономно для односерийного и многосерийного дублирования.

В режиме итоговой перфорации перфораторы и табуляторы соединяют кабелем, а также настраивают коммутационную доску итогового перфоратора для пробивки карт в соответствии с макетом итоговых перфокарт и настраивают табулятор, изготавливают карту-шаблон для перфорации постоянных признаков.

§ 12. МАШИНЫ ДЛЯ УПОРЯДОЧЕНИЯ МАССИВОВ ПЕРФОКАРТ

Машины для упорядочения массивов перфокарт организуют массивы перфокарт в последовательности, заданной значениями признаков (однозначных или многозначных), набитых на этих картах. К этой группе устройств относятся сортировальные и раскладочно-подборочные машины.

Сортировальные машины автоматически воспринимают данные, нанесенные на перфокартах, и делят массив перфокарт на несколько массивов в зависимости от значения воспринятых признаков. Принцип работ сортировальных машин состоит в том, что при одной настройке, одном сеансе производится сортировка перфокарт по пробивкам в одной колонке по одному разряду. При сортировке данных по многозначным признакам, содержащим несколько разрядов, производится последовательная сортировка по разрядам.

По способу восприятия данных сортировальные машины подразделяются на механические, электромеханические и электронные.

В отечественной практике используются:

электромеханические сортировки С45 (для сортировки 45-колонных перфокарт), С80 (для сортировки 80-колонных перфокарт) и С45/С80, имеющая сменные щеточные блоки для сортировки 45-колонных и 80-колонных перфокарт;

электронные сортировки СЭ80.

Принцип работы сортировальных машин рассмотрим на примере электромеханических сортировок. Принципиальная схема работы такой машины представлена на рис. 23, а общий вид — на рис. 24. Электромеханические сортировальные машины используют электромагнитный способ сортировки, сущность которого состоит в следующем. Машина включает в свой состав подающий магазин, сортировальный и транспортный механизмы и приемные карманы. Для приема карт, имеющих пробивку на одной позиции, используется один карман.

Сортировальный механизм состоит из сортировальной щетки, контактного валика, сегмента и электромагнита, над которым находится 12 пружинящих шин. Расстояния между шинами и от шин до контактного валика выверены и соответствуют одной позиции движения перфокарты. Шины имеют различную длину и каждая из них соединена механически с определенным приемным карма-

ном. Кроме позиционных карманов, имеются карманы для улавливания карт, не имеющих пробивок.

Сортировальная щетка перемещается вдоль перфокарты и устанавливается над определенной колонкой.

Все элементы сортировального механизма включены в одну электрическую цепь. Процесс сортировки осуществляется следующим образом. Перфокарта движется между контактным валиком и сортировальной щеткой. Синхронно с валиком вращается коммутатор, на котором выделены контактные пластины и 12 сегментов. Количество сегментов соответствует позициям, на которых записывается информация (12 из 14).

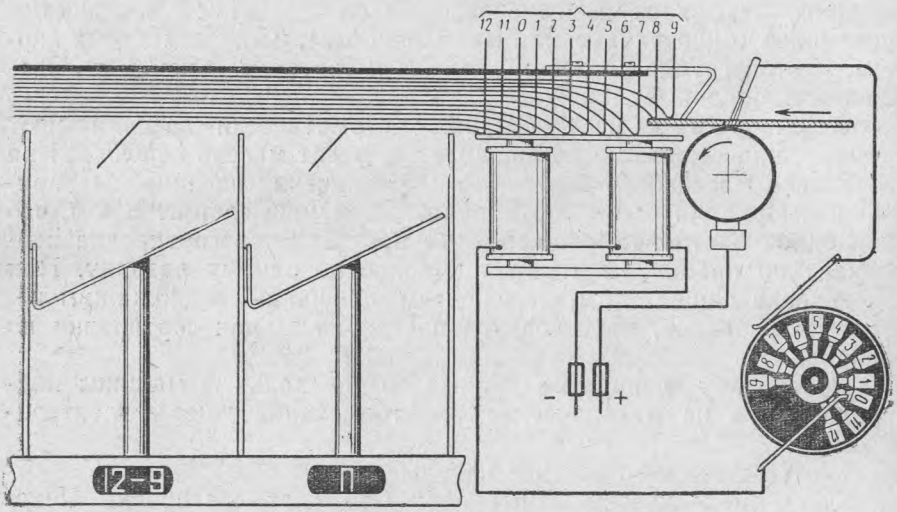


Рис. 23. Принципиальная схема работы сортировальной машины электромеханического действия

При наличии пробивки на определенной позиции замыкается контакт между щеткой и валиком, в результате чего подается питание на электромагнит, который притягивает к себе якорь и находящиеся над ним шины. К моменту замыкания контакта передний срез перфокарты пройдет под несколькими шинами. Остальные шины прижмутся к якорю электромагнита и дальнейший путь перфокарты будет проходить в зазоре над первой прижатой шиной. В результате в зависимости от позиции, на которой имеется пробивка, перфокарта попадет в один из приемных карманов.

Если пробивка отсутствует, перфокарта проходит между контактным валиком и щеткой, а затем между якорем электромагнита и шинами и попадает в карман «П».

При сортировке массива перфокарт в зависимости от позиций пробивки каждая перфокарта поступает в соответствующий карман. В результате в каждом кармане накапливаются перфокар-

ты, имеющие пробивки в одинаковых позициях. Таким образом, исходный массив перфокарт разделяется на несколько массивов, каждый из которых имеет одинаковые пробивки в определенных позициях.

Перфокарты могут закладываться в подающий магазин разными сторонами. Поэтому карманы имеют двойную маркировку: 9—12, 8—11, 7—0, 6—1, 5—2, 4—3, 2—5, 1—6, 0—7, 11—8, 12—9.

Если перфокарта идет вперед двенадцатыми позициями, то ориентируются по вторым обозначениям.

Существует несколько способов сортировки перфокарт, основные из них следующие: нормальная, обычная поколонная; выборочная; с объединением групп; отбор карт по многозначному признаку; отбор по признаку предыдущей карты.

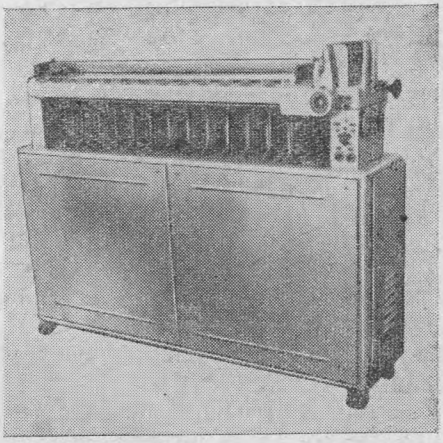


Рис. 24. Сортировальная машина С-80

Нормальное сортирование заключается в подборе перфокарт с одинаковыми группировочными признаками в строго определенной последовательности, причем за один прогон можно получить 12 групп, соответствующих 12 возможным пробивкам в одной колонке.

В зависимости от вида закладки исходного массива перфокарт и последовательности расположения полученных массивов нормальная сортировка по многоразрядным признакам может производиться одним из трех методов: от меньшего к бóльшему; от бóльшего к меньшему; комбинированным.

При выборочном сортировании из массива выбирают перфокарты, имеющие определенные пробивки в данной колонке, не нарушая при этом расположения остальных перфокарт в массиве. Распределение перфокарт при этом зависит от положения контактных ползунков на коммутаторе, которые определяют в данном случае позиции, по которым необходимо отобрать перфокарты. Ползунки позиций, по которым не производится выборка, отводятся внутрь коммутатора. Этим разрывается цепь сортировки по данным позициям.

Сортировка с объединением групп позволяет выбрать из массива и объединить в одну группу (собрать в один карман) перфокарты с разными, но последовательно расположенными (рядом находящимися) пробивками по одной колонке. По остальным позициям производится нормальное сортирование. При сортировании с объединением групп можно образовать одну или несколько объединенных групп перфокарт с разным количеством объединяе-

мых пробивок, но обязательно с последовательным их расположением.

При настройке этого режима работы также используются контактные ползунки коммутатора. В данном случае отводятся внутрь ползунки старших разрядов отбираемой группы, а ползунок младшей позиции остается для замыкания контакта в исходном, крайнем положении.

Сортировка по многозначному признаку позволяет за один прогон выбрать из массива одну или несколько перфокарт с одинаковым многозначным признаком (в пределах 12 разрядов), шифр которого пробит на любых из 12 смежных колонках. При этом не нарушается порядок расположения остальных перфокарт в массиве. Например, при таком отборе можно выбрать из массива перфокарты с нужным табельным номером, шифром судна, причала и т. д.

При настройке на данный режим работы используется не одна сортировальная щетка, а блок из 12 щеток, а также панель набора, на которой набирается заданный признак.

Сортировка по многозначному признаку основана на принципе сравнения числа на определенных колонках перфокарты с кодом, набранным на панели набора. При их совпадении сортировальный магнит не срабатывает и перфокарта откладывается в карман «П».

Раскладочно-подборочные машины (РПМ) предназначаются для объединения массивов перфокарт в один массив, выделения из одного или двух массивов нового массива перфокарт и по многозначным признакам.

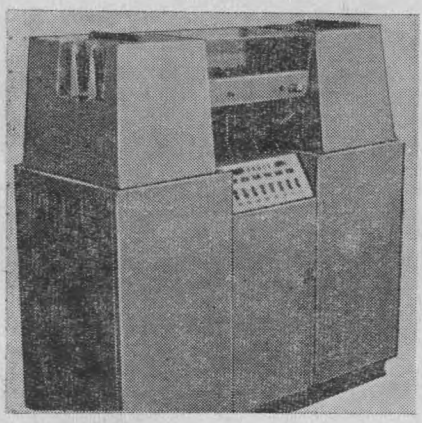


Рис. 25. Раскладочно-подборочная машина РПМ-80-2М

РПМ включает в свой состав следующие блоки:

два подающих кармана (левый и правый);

два считывающих блока;

схему сравнения;

схему управления с коммутационной доской;

пять приемных карманов, в том числе по одному управляемому и неуправляемому карманам в каждом тракте и средний карман для объединения карт из двух массивов.

Управление режимом работы РПМ производится с помощью коммутационной доски и системы переключателей.

Отечественная промышленность выпускает раскладочно-подборочную машину РПМ-80-2М (рис. 25), которая может выполнять следующие основные операции: объединять два массива по одно-

му многозначному признаку; отбирать перфокарты по заданному признаку с подкладкой на место отобранных чистых перфокарт; подкладывать обратно в массив ранее отобранные перфокарты, отделять парные (или непарные) перфокарты из двух массивов с объединением или без объединения их в один массив; отбирать первые карты из каждой группы с общим признаком и т. д.

В РПМ используется электромеханический принцип работы. Средняя скорость работы машины составляет 300 карт в минуту, наибольшее количество разрядов сравниваемых чисел может достигать 16.

Работа машины производится в такой последовательности.

Перфокарты закладываются в определенной последовательности в подающие карманы. В зависимости от коммутации карты проходят в заданной последовательности под воспринимающими щетками считывающих механизмов. Шифры, считанные с перфокарт, поступают в запоминающие регистры. Схема сравнения сравнивает эти шифры и вырабатывает сигналы «больше», «меньше», «равно», которые передаются в схему управления и другие блоки машины. В зависимости от пробиваемых шифров, результатов сравнения и схемы коммутации устройство управления управляет очередностью подачи перфокарт в правый, левый и средний управляемый карманы.

Использование схем сравнения и контроля позволяет получить большое количество вариантов процедур.

Машина может автоматически контролировать правильность сортировки.

§ 13. УСТРОЙСТВА НЕПОСРЕДСТВЕННОГО СЧИТЫВАНИЯ ТЕКСТОВОЙ И ГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Устройства этой группы осуществляют восприятие данных, записанных на документах в человекочитаемом виде (текст, графики, таблицы и т. д.), преобразование их в электрические сигналы, расшифровку и кодирование в виде, пригодном для передачи по каналам связи и обработки с помощью ЭВМ.

Устройства непосредственного считывания данных по способу их восприятия делятся на следующие группы:

а) оптические считывающие устройства:

с документов со штриховой отметкой;

с документов с алфавитно-цифровой записью;

с документов с комбинированной (штриховой и алфавитно-цифровой) записью;

графической информации;

б) магнитные устройства считывания алфавитно-цифровой информации.

Оптические читающие устройства. Оптические читающие устройства восприятия штриховых меток ис-

пользуются для считывания данных, нанесенных на определенных позициях стандартного бланка формализованного документа, содержащего напечатанные обозначения или ключевые слова.

Из отечественных устройств к этой группе относятся устройства типа «Бланк», «Бланк П».

Автомат «Бланк П» может работать в режиме сопряжения с ЭВМ «Минск-32». Бланки для считывания информации могут включать в свой состав 41 строку и 26 колонок. Считывание производится фотоэлектрическим способом при поколонном движении документа, т. е. для считывания используется один фотоэлемент на одну колонку.

Импульсы служебной строки определяют число строк бланка, которые необходимо считать, а также порядок считывания по колонкам.

Информация на бланке записывается в двоично-десятичном коде, поэтому после считывания она преобразуется в двоичный код.

Устройство может считывать и контролировать запись информации. При сбое хотя бы в одной строке считываемый бланк отправляется в карман брака.

Скорость считывания достигает 150 бланков в минуту, одновременно может закладываться стопа до 1000 бланков.

Оптические читающие устройства считывания комбинированной записи считывают цифры и метки с первичных документов.

Примером устройства такого типа является оптическое читающее устройство «Бланк-2», которое автоматически считывает информацию с документов, имеющих до 10 строк со знаками, записанными шрифтом РОС-А, а также строки чисел с записью в виде штриховых меток.

Устройство «Бланк-2» (рис. 26) может работать в режиме считывания информации, преобразования и выдачи ее на перфоратор, в ЭВМ «Минск-32» или для передачи по каналу.

Документы закладываются в карман узла подачи документов. По сигналу из блока управления от стопы отделяется один документ и подается в узел считывания, где он считывается фотоэлектрическим способом. Считывание производится блоком фотодиодов, расшифровывающим каждый знак в отдельности. Прочитанный документ поступает в узел сортировки и приема документов. Узел сортировки передает документы в приемные карманы для неправильно считанных документов или для правильно считанных документов. Управление сортировкой производится или программой от ЭВМ или автономно от пульта управления. Считывающее устройство может соединяться с ЭВМ непосредственно или выдавать информацию для передачи по телефонным или телеграфным каналам связи.

Оптические устройства восприятия данных, представленных на формализованных документах с цифровым или алфавитно-цифровым текстом считывают

знаки, записанные от руки стилизованным шрифтом или с помощью пишущих машинок нормализованным шрифтом, Эти устройства предъявляют высокие требования к качеству шрифта.

Из отечественных читающих устройств к этой группе относится читающее устройство «Рута-701», считывающее цифровую информацию и служебные символы. Устройство может работать как автономное устройство подготовки данных с выдачей информации на машинный носитель (перфокарту или перфоленту) и как устройство ввода информации в вычислительную машину через сопрягающее устройство.

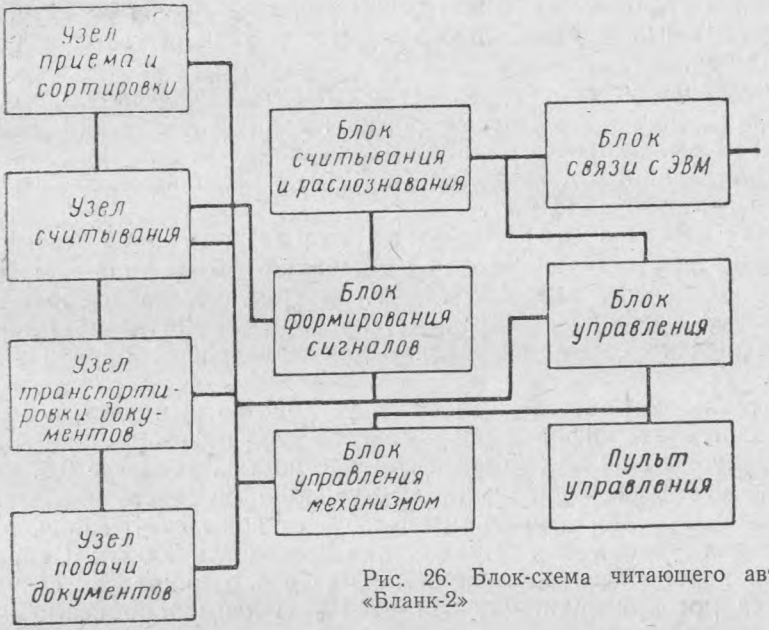


Рис. 26. Блок-схема читающего автомата «Бланк-2»

В состав читающего устройства входят устройство ввода, включающее механизм подачи документов и оптическое устройство, два логических устройства для распознавания знаков и устройство управления.

Устройство ввода автоматически подает документы и считывает с них необходимую информацию. Считывание знаков производится построчно, последовательно знак за знаком. Скорость чтения составляет 200 знаков в секунду. Количество строк в документе может достигать 40. Считанные знаки преобразуются в электрические сигналы и поступают в одно из двух логических устройств.

Одно логическое устройство распознает машинописные или типографские шрифты путем сравнения сигналов, поступающих с документов, с записанными в запоминающем устройстве эталонами сигналов знаков определенного шрифта. Эталонные коды шрифта

вводятся заранее в запоминающее устройство. Поэтому читающее устройство работает в одном сеансе считывания с одним типом шрифта. При смене шрифта в запоминающее устройство вводится другой эталонный код.

Второе логическое устройство распознает рукописные знаки с нормализованным шрифтом и заданные типы печатных шрифтов, при этом допускается наличие на одном документе рукописных и печатных шрифтов.

Все устройства выполнены в виде отдельных блоков, поэтому к устройству управления может подключаться одно или другое логическое устройство, или оба вместе.

Вывод информации может осуществляться на перфоленту, перфокарту или непосредственно в процессор ЭВМ, а также в другие устройства.

Читающее устройство может считывать информацию с документов, имеющих следующий формат: длину 297 или 148 мм, ширину 210 мм. Скорость обработки составляет 12 документов в минуту для длинных документов (297 мм) и 20 документов в минуту для коротких (148 мм).

Устройства считывания графической информации предназначаются для считывания с бумажной или фотобумажной ленты, киноленты и т. д. графических изображений (чертежей, графиков, диаграмм), преобразования этой информации и выдачи ее на перфоленту для дальнейшей обработки на ЭВМ.

К таким устройствам относится устройство «Силуэт», позволяющее считывать информацию с диаграммной и фотобумажной ленты шириной от 80 до 305 мм с контрастностью не менее 0,6, записанную черными чернилами или тушью, при расстоянии между считываемыми линиями не меньше 5% от зоны считывания. Максимальная ширина записи не должна превышать 200 мм. Скорость выдачи кодов чисел составляет не менее 4 ординат в секунду. Ошибка преобразования достигает 1% максимально возможного значения ординаты.

Как видно из характеристик, возможности таких устройств пока еще ограничены.

Магнитные читающие устройства. Магнитные читающие устройства предназначаются для считывания информации с документов, заполненных магнитными чернилами. Информация на документы может записываться вручную нормализованным шрифтом или с помощью пишущих машинок.

Эти устройства получили широкое распространение за рубежом.

Наиболее распространены магнитные читающие устройства, использующие магнитный штриховой код для каждого литера знака пишущей машинки, который представляет собой набор штриховых полос различной длины в зависимости от типа литеры. Так, например, магнитный шрифт СМС-7 использует для кодирования букв 7 магнитных полос с промежутками. При запи-

си информации применяется магнитная красящая лента, в состав которой, кроме краски, еще входят магнитные элементы.

Магнитное читающее устройство пропускает документ под магнитной считывающей головкой, которая последовательно снимает каждый знак, преобразуя его в набор импульсов, расшифровываемых и преобразуемых в двоичный код символа.

Вывод информации может осуществляться или на перфоленту, непосредственно в канал связи, или в ЭВМ.

Наибольшее распространение получили магнитные читающие устройства с однострочных документов, в которых считываемая информация записывается на одной строке. Остальные строки не воспринимаются читающим устройством.

Магнитные читающие устройства не воспринимают обычные машинописные знаки, однако они не мешают чтению магнитной записи. Кроме того, эти устройства нечувствительны к цвету бумаги, наличию случайных пометок, грязи на документе, небольшим вмятинам и склейке документа.

Размеры бланков по ширине составляют 70—150 мм и по длине 60—220 мм.

Отечественное магнитное читающее устройство УСВП позволяет считывать информацию со специальных бланков, нанесенную магнитными чернилами в коде СМС-7, а также набранную на переключателях и на панели управления. Устройство имеет один подающий карман емкостью 300 бланков и два приемных кармана емкостью по 300 бланков.

Информация выводится в канал связи со скоростью 200 знаков в секунду и на перфоленту — 80 знаков в секунду.

Подготавливается информация с помощью специальных устройств записи информации цифровой (УЗЦИ) или алфавитно-цифровой (УЗАЦИ) кодом СМС-7 на бумажные бланки. Ширина каретки 240 мм, на бланке может быть отпечатано не более 200 строк, в каждой строке печатается не более 50 знаков. Печать производится оператором вручную со скоростью 5—10 знаков в секунду.

ГЛАВА IV. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАБОТЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН

§ 14. СИСТЕМЫ СЧИСЛЕНИЯ

Способ представления чисел посредством цифровых символов называется системой счисления. Система счисления включает в себя совокупность символов, приемов и правил записи чисел.

В большинстве клавишных и перфорационных машин вычисления производятся в общепринятой десятичной системе счисления. Соответственно основные узлы этих машин состоят из деталей,

имеющих десять фиксированных состояний, например цифровые колеса, печатающие штанги и т. д.

В большинстве электронных вычислительных машин информация вводится и выводится в десятичной системе, а вычисляется и хранится в двоичной.

В любой системе счисления число изображается совокупностью символов — цифр.

Все системы счисления можно разделить на две группы: позиционные и непозиционные.

Позиционной системой счисления называется такая система счисления, в которой значение цифры определяется не только ее изображением, но и ее местом (позицией) в ряду цифр, изображающих число.

Примером позиционной системы является часто используемая десятичная система. В этой системе, например, число семьсот семьдесят семь записывается в виде совокупности трех цифр 777, имеющих одинаковое изображение, однако значение цифр отличается одно от другого и зависит от места. Первая цифра обозначает количество сотен, вторая — количество десятков, третья — единиц.

Непозиционной системой счисления называется такая система, в которой значение цифры не зависит от ее места в ряду цифр, изображающих число. Обычно значение числа определяется суммой цифр, его изображающих. Примером непозиционной системы является римская система счисления. В этой системе знак X независимо от его места означает десять, а V — соответственно пять и т. д. В непозиционных системах при записи чисел обычно вначале записываются знаки, имеющие большой вес. Например, запись XXXVI соответствует числу 36 в десятичной системе счисления.

Перейдем к рассмотрению позиционных систем счисления, во-первых, потому что одна из них (десятичная) является общепринятой, во-вторых, потому, что вычислительная техника оперирует в основном с позиционными системами счисления.

Одним из основных понятий позиционной системы является основание.

Основанием системы счисления называется число, показывающее, во сколько раз изменяется значение цифры (уменьшается или увеличивается) при перестановке ее на соседние позиции. Для изображения чисел в данной системе счисления используется количество цифр, равное основанию системы счисления. Например, в десятичной системе — 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, а в двоичной — только 0 и 1. Название системы счисления обозначается в зависимости от основания.

Любое число в позиционной системе счисления можно представить в развернутой записи, т. е. в виде суммы парных произведений степени основания на соответствующие коэффициенты.

$$A_q = a_n q^n + a_{n-1} \cdot q^{n-1} + \ldots + a_1 q + a_0 q^0 + a_{i-1} \cdot q^{-1},$$

где A_q — число в q-й системе счисления;

q — основание системы счисления;

a_i — коэффициент, стоящий в i-м разряде.

В сокращенном виде число в позиционной системе записывается в виде последовательности коэффициентов следующим образом:

$$Aq = a_n a_{n-1} \ldots a_1 a_0 a_{-1}.$$

В десятичной системе запись чисел следующая:

$$256{,}75 = 2\times10^2 + 5\times10^1 + 6\times10^0 + 7\times10^{-1} + 5\times10^{-2}.$$

Наибольшее распространение получили также в вычислительной технике двоичная система счисления, восьмеричная и шестнадцатиричная. Реже используются троичная, пятиричная и другие системы счисления.

Во всех системах счисления основание записывается в виде значения 10 (десять). В ряде случаев для того, чтобы различать запись чисел в разных системах счисления, используется десятичный индекс. Например, 10_2 (десять двоичных), 10_8 (десять восьмеричных), 10_{16} (десять шестнадцатиричных) и т. д. Десятичные числа записываются без индексов.

Двоичная система. В этой системе счисления для записи чисел используется самое минимальное количество цифр — две: 0 и 1. Основание системы счисления записывается в виде $10 \cdot 10_2 = 2_{10}$, т. е. десять двоичных равно двум в десятичной системе счисления. Каждый разряд числа имеет значение 0 или 1 (нуль или единицу). Все числа изображаются в виде последовательности двоичных чисел. Например:

$$101 = 1 \cdot 10_2{}^{10} + 0 \cdot 10_2{}^{1} + 1 \cdot 10_2{}^{0} = 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 \cdot 1 \cdot 2^0 = 5;$$

$$1101{,}11 = 1 \cdot 10_2{}^{11} + 1 \cdot 10_1{}^{10} + 0 \cdot 10_2{}^{1} + 1 \cdot 10_2{}^{0} + 1 \cdot 10_2{}^{-1} + 1 \cdot 10_2{}^{-10} =$$
$$= 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^{-1} + 1 \cdot 2^{-2} = 13{,}75.$$

Достоинства этой системы счисления, используемые при создании вычислительных машин:

применение минимального возможного количества цифр позволяет наиболее просто произвести физическое представление каждого разряда, так как в решающих и запоминающих устройствах для этого используется любой элемент, который может находиться в одном из двух устойчивых состояний;

простота арифметических действий.

Основным недостатком двоичной системы является ее громоздкость: для записи числа в ней по сравнению с другими системами счисления используется значительно большее количество разрядов.

Восьмеричная система счисления. Она использует для записи чисел восемь цифр — 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7. Числа натурального ряда до семи записываются в виде одной цифры. Остальные числа записываются в виде последовательности восьмеричных чисел.

Основание системы счисления $10_8=8$.

число: $156_8=1\cdot10_8^2+5\cdot10_8^1+6\cdot10_8^0=1\cdot64+5\cdot8+6=110$;

$$45{,}25=4\cdot10_8^1+5\cdot10_8^0+2\cdot10_8^{-1}+5\cdot10_8^{-2}=4\cdot8+5+\frac{2}{8}+\frac{5}{64}=37\frac{21}{64};$$

Шестнадцатиричная система счисления. Эта система использует для записи чисел шестнадцать цифр — 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F. В данном случае пять букв латинского алфавита представляют собой обозначения цифр.

Основание системы счисления $10_{16}=16$.

Числа натурального ряда до пятнадцати записываются в виде одного знака.

Остальные числа записываются в виде последовательности шестнадцатиричных цифр. Например:

$$25_{16}=2\cdot16^1+5\cdot16^0=32+5=37.$$

Двадцать пять шестнадцатиричных равно тридцати семи десятичных.

$$122_{16}=1\cdot16^2+2\cdot16^1+12=256+32+12=300;$$

$$25{,}4_{16}+2\cdot16+5+\frac{4}{16}=37{,}25;$$

$$3A=3\cdot16^1+A\cdot16^0=48+10=58.$$

Представление ряда чисел в перечисленных выше системах счисления и взаимосвязь между ними даны в табл. 3.

Таблица 3

Значения чисел в различных системах счисления				Значения чисел в различных системах счисления			
десятичной	восьмеричной	шестнадцатиричной	двоичной	десятичной	восьмеричной	шестнадцатиричной	двоичной
0	0	0	0	10	12	A	1010
1	1	1	1	11	13	B	1011
2	2	2	10	12	14	C	1100
3	3	3	11	13	15	D	1101
4	4	4	100	14	16	E	1110
5	5	5	101	15	17	F	1111
6	6	6	110	16	20	10	10000
7	7	7	111	17	21	11	10001
8	10	8	1000	18	22	12	10010
9	11	9	1001				

§ 15. АРИФМЕТИЧЕСКИЕ ОПЕРАЦИИ НАД ЧИСЛАМИ В РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМАХ СЧИСЛЕНИЯ

Арифметические операции над числами в различных системах счисления подчиняются одним и тем же законам и правилам, например перенос единицы из младшего разряда в старший при переполнении разряда при сложении, обратный перенос единицы из

старшего разряда в младший при вычитании, сочетательный, переместительный законы и т. д.

В связи с тем что действия над числами в десятичной системе счисления широко известны, рассмотрим действия над числами в других системах счисления.

Арифметические операции над числами в двоичной системе счисления. Эти операции производятся по правилам, представленным в следующем виде для одноименных разрядов.

Сложение	Вычитание	Умножение	Деление
$0+0=0$	$0-0=0$	$0\times0=0$	
$0+1=1$	$1-0=1$	$1\times0=0$	
$1+0=1$	$1-1=0$	$0\times1=0$	$0:1=0$
$1+1=10$	$10-1=1$	$1\times1=1$	$1:1=1$

Примеры. При описании примеров будем использовать параллельную запись операций в десятичной системе.

Сложение

$$\begin{array}{r} +\begin{array}{r}111\\101\end{array} \\ \hline 1100 \end{array} \quad \begin{array}{l}\text{первое слагаемое}\\ \text{второе слагаемое}\end{array} \quad \begin{array}{r} +\begin{array}{r}7\\5\end{array} \\ \hline 12 \end{array}$$

Вычитание

$$\begin{array}{r} -\begin{array}{r}111\\101\end{array} \\ \hline 10 \end{array} \quad \begin{array}{l}\text{уменьшаемое}\\ \text{вычитаемое}\\ \text{разность}\end{array} \quad \begin{array}{r} -\begin{array}{r}7\\5\end{array} \\ \hline 2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} -\begin{array}{r}110\\11\end{array} \\ \hline 11 \end{array} \quad \begin{array}{l}\text{уменьшаемое}\\ \text{вычитаемое}\\ \text{разность}\end{array} \quad \begin{array}{r} -\begin{array}{r}6\\3\end{array} \\ \hline 3 \end{array}$$

Умножение. При умножении многоразрядных двоичных чисел множимое умножается на каждый разряд множителя и полученные промежуточные произведения складываются:

$$\begin{array}{r} \times\begin{array}{r}101\\11\end{array} \\ \hline +\begin{array}{r}101\\101\end{array} \\ \hline 1111 \end{array} \quad \begin{array}{l}\text{множимое}\\ \text{множитель}\\ \\ \text{произведение}\end{array} \quad \begin{array}{r} \times\begin{array}{r}5\\3\end{array} \\ \hline 15 \end{array}$$

При умножении смешанных чисел место запятой в произведении определяется суммой разрядов:

$$\begin{array}{r} \begin{array}{r}110{,}11\\1{,}1\end{array} \\ \hline +\begin{array}{r}11011\\11011\end{array} \\ \hline 1010{,}001 \end{array} \quad \begin{array}{l}\text{множимое}\\ \text{множитель}\\ \\ \text{произведение}\end{array} \quad \begin{array}{r} \times\begin{array}{r}6{,}75\\1{,}5\end{array} \\ \hline +\begin{array}{r}3375\\675\end{array} \\ \hline 10{,}125 \end{array}$$

При делении многоразрядных чисел так же, как и в десятичной системе, производится сравнение делимого с делителем. Если делимое равно или больше делителя, то в частное переносится 1, если меньше — 0. Затем сносится следующий разряд делимого и производится очередное сравнение и т. д.

$$\begin{array}{r|l} -\begin{array}{r}1111\\101\end{array} & \begin{array}{r}101\\ \hline 11\end{array} \\ \hline -\begin{array}{r}101\\101\end{array} & \end{array} \qquad \begin{array}{r|l} 15 & \begin{array}{r}5\\ \hline 3\end{array} \end{array}$$

Арифметические операции над восьмеричными числами. Для выполнения операций над числами в восьмеричной системе используются специальные таблицы. Однако эти таблицы трудны для запоминания, поэтому на практике выполняются операции над числами в уме в десятичной системе, а затем переводят результат операции.

Таблица сложения и вычитания разрядов имеет вид:

0	1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7	10
2	3	4	5	6	7	10	11
3	4	5	6	7	10	11	12
4	5	6	7	10	11	12	13
5	6	7	10	11	12	13	14
6	7	10	11	12	13	14	15
7	10	11	12	13	14	15	16

Используется таблица следующим образом. При сложении слагаемые берутся сбоку и сверху таблицы, сумма находится на пересечении строки и столбца. Единица десятка прибавляется к цифре соседнего старшего разряда.

Пример.

$$\begin{array}{r} 265 \\ +\ 371 \\ \hline 656 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 45 \\ +\ 54 \\ \hline 121 \end{array}$$

При вычитании значение уменьшаемого берется в таблице на пересечении с значением строки (столбца) вычитаемого, в виде разности берется значение столбца (строки), разряд десятков вычитается из соседнего старшего разряда числа.

Пример.

$$\begin{array}{r} 14 \\ -\ 7 \\ \hline 5 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 124 \\ -\ 76 \\ \hline 26 \end{array}$$

Восьмеричная таблица умножения имеет вид:

0	1	2	3	4	5	6	7
1	1	2	3	4	5	6	7
2	2	4	6	10	12	14	16

Продолжение

3	3	6	11	14	17	22	25
4	4	10	14	20	24	30	34
5	5	12	17	24	31	36	43
6	6	14	22	30	36	44	52
7	7	16	25	34	43	52	61

Значения одноименных разрядов сомножителей берутся по строкам таблицы, произведение берется на пересечении строки и столбца. При умножении многоразрядных чисел второй разряд промежуточного произведения прибавляется к младшему разряду промежуточного произведения при умножении следующих разрядов сомножителей.

Примеры.

$$\begin{array}{r} 7 \\ \times\ 6 \\ \hline 52 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 45 \\ \times\ 5 \\ \hline 271 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 52 \\ \times\ 34 \\ \hline 250 \\ +\ 176 \\ \hline 2230 \end{array}$$

Деление многоразрядных восьмеричных чисел производится путем последовательного вычитания делителя из делимого

Примеры.

$$\begin{array}{r|l} 144 & 12 \\ -\ 12 & \hline 12 \\ \hline 24 & \\ -\ 24 & \\ \hline \end{array} \qquad \begin{array}{r|l} 226 & 12 \\ -\ 12 & \hline 17 \\ \hline 106 & \\ -\ 106 & \\ \hline \end{array}$$

При выполнении операций над шестнадцатиричными числами также используются таблицы сложения-вычитания и умножения-деления, принцип построения которых и правила использования аналогичны рассмотренным таблицам выполнения операций для восьмеричной системы.

§ 16. ПЕРЕВОД ЧИСЕЛ ИЗ ОДНОЙ СИСТЕМЫ СЧИСЛЕНИЯ В ДРУГУЮ

В процессе обработки информации и решения задач с помощью ЭВМ данные представляются в различных системах счисления. Поэтому возникает необходимость в переводе чисел из одной системы счисления в другую. Существует несколько способов и приемов перевода чисел из одной системы счисления в другую. Рассмотрим основные из них.

Общее правило перевода чисел из одной системы счисления в другую: при переводе смешанной дроби из одной системы счисле-

ния в другую раздельно переводится целая и дробная часть. Вычисления ведутся в той системе счисления, в которой записано исходное число.

Перевод целых чисел. При переводе целых чисел из одной системы счисления в другую исходное число последовательно делится на основание той системы счисления, в которую делается перевод; деление производится до тех пор, пока не получится частное, меньшее основания новой системы. Число в новой системе счисления записывают символами новой системы в виде остатков, начиная с последнего.

Примеры.

1. Перевести число 125 из десятичной системы в восьмеричную:

$$\begin{array}{r|l} -125 & 8 \\ \underline{8} & \\ -45 & -15 \;|\; 8 \\ \underline{40} & \underline{8} \;\;\; 1 \\ 5 & 7 \end{array} \qquad 125 = 175_8$$

2. Перевести число 36 в двоичную систему:

$$\begin{array}{r|l} -36 & 2 \\ \underline{2} & \\ -16 & -18 \;|\; 2 \\ \underline{16} & \underline{18} \;\;\; 9 \;|\; 2 \\ 0 & 0 \;\;\; -8 \;|\; 4 \;|\; 2 \\ & 1 \;\;\; -4 \;|\; 2 \;|\; 2 \\ & 0 \;\;\; -2 \;|\; 2 \\ & 0 \;\;\; 1 \end{array} \qquad 36 = 100\,100_2$$

3. Перевести число 135_8 в десятичную систему:

$$\begin{array}{r|l} -135 & 12 \\ \underline{12} & 11 \\ -15 & \\ \underline{12} & \\ 3 & \end{array} \qquad 135_8 = 93$$

Примечание. Вычисление производилось в восьмеричной системе счисления, в которой основание десятичной системы счисления имеет значение 12, а число 11 равно числу 9 в десятичной системе счисления.

Перевод дробных чисел. При переводе правильной дроби из одной системы счисления в другую необходимо дробную часть числа последовательно умножать на основание той системы счисления, в которую она переводится. В состав дроби в новой системе счисления записываются целые части произведений, начиная с первого. Дробная часть числа записывается символами новой системы счисления. Умножение производится до тех пор, пока не будет достигнута необходимая точность. Последнее значение цифры округляется.

Примеры.

1. Перевести число 0,2 из десятичной системы счисления в двоичную с точностью до пятого знака.

2. Перевести число 0,85 из десятичной системы счисления в восьмеричную с точностью до четвертого знака.

1.
$$\begin{array}{r|l} 0{,}2 & 2 \\ \hline 0{,}4 & 2 \\ \hline 0{,}8 & 2 \\ \hline 1{,}6 & 2 \\ \hline 1{,}2 & 2 \\ \hline 0{,}4 & \end{array}$$

$0{,}2_{10} = 0{,}0011_2$

2.
$$\begin{array}{r|l} 0{,}85 & 8 \\ \hline 6{,}80 & 8 \\ \hline 6{,}4 & 8 \\ \hline 3{,}2 & 8 \\ \hline 1{,}6 \approx 2 & \end{array}$$

$0{,}85 = 0{,}6632$ (округление)

Перевод чисел из восьмеричной системы счисления в двоичную. На практике при переводе чисел из одной системы счисления в другую пользуются различными приемами, в частности взаимосвязью между восьмеричной и двоичной системами счисления. Основание восьмеричной системы счисления представляет собой основание двоичной системы счисления в кубе. Поэтому при переводе восьмеричных и двоичных чисел используется запись восьмеричных чисел в виде триад-трехразрядных двоичных чисел. Триады имеют следующую запись:

0	1	2	3	4	5	6	7
000	001	010	011	100	101	110	111

При переводе чисел из восьмеричной системы счисления в двоичную каждое восьмеричное число заменяется соответствующей триадой.

Например, если число в восьмеричной системе равно $175{,}36_8$, то в двоичной оно будет иметь вид: 1 111 101, 011 110.

При переводе двоичного числа в восьмеричное вначале разделяют на триады его целую и дробную части. При этом триады выделяются вправо и влево от запятой. При необходимости добавляются недостающие до полных триад нули. Затем каждая триада записывается восьмеричной цифрой.

Пример. Перевести число 11 110, 11 101 в восьмеричную систему.

Решение. 011 110, 111 01 $= 36{,}72_8$.

Перевод чисел из десятичной системы счисления в двоичную и обратно. На практике часто пользуются не прямым переводом чисел из десятичной системы в двоичную и обратно, а с использованием восьмеричной системы как промежуточной. Это дает большой выигрыш во времени.

При таком переводе из десятичной системы счисления в двоичную вначале по общему правилу переводятся числа из десятичной системы в восьмеричную, а затем каждая восьмеричная цифра записывается триадой.

Пример. Перевести число 136,65 из десятичной системы в двоичную.

а) перевод 10→8

$$\begin{array}{r|l} 135 & 8 \\ \hline 55 & 16 \mid 8 \\ \hline 7 & 0 \quad 2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times\ 0{,}65 \\ \quad\ 8 \\ \hline \times\ 5{,}20 \\ \quad\ 8 \\ \hline \times\ 1{,}6 \\ \quad\ 8 \\ \hline \times\ 4{,}8 \\ \quad\ 8 \\ \hline 6{,}4 \end{array}$$

б) перевод 8→2

$135{,}65 = 207{,}5146_8 = 010\ 110111,\ 101\ 001\ 100\ 110_2$

При переводе двоичных чисел в десятичную систему счисления вначале двоичное число переводится потриадно в восьмеричное, а затем полученное восьмеричное число переводится в десятичное.

Пример. Перевести число 11101011, 111011 из двоичной системы счисления в десятичную

$$011\ 101\ 011,\ 111\ 011 = 353{,}73_8 = 3\cdot 10_8^{2} + 5\cdot 10_8^{1} + 5\cdot 10_8^{1} + 3 + 7\cdot 10_8^{-1} + 3\cdot 10_8^{-2} =$$

$$= 3\cdot 64 + 5\cdot 8 + 3 + \frac{7}{8} + \frac{3}{64} = 235{,}922.$$

$$\begin{array}{r|l} -\ 353 & 12 \\ \hline -\ 24 & \\ \hline -\ 113 & 27 \mid 12 \\ -\ 106 & 24 \quad 2 \\ \hline 5 & 3 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times\ 0{,}73 \\ \quad\ 12 \\ \hline +\ 1{,}66 \\ \quad\ 73 \\ \hline \times\ 11{,}16 \\ \quad\ 12 \\ \hline +\ \ 34 \\ \quad\ 16 \\ \hline 2{,}14 \end{array}$$

§ 17. ФОРМЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЧИСЕЛ

Важной характеристикой ЭВМ является форма представления чисел. Она влияет на конструкцию машины, в частности на арифметическое устройство, устройство управления, определяет диапазон представления чисел в машине, точность вычислений при решении определенного класса задач и т. д.

При обработке информации на ЭВМ применяют две формы представления чисел: с плавающей запятой (нормальная форма) и с фиксированной запятой (естественная форма).

Обычно при решении задачи используется одна форма представления чисел. Поэтому некоторые ЭВМ имеют только одну форму представления чисел. Большая часть ЭВМ имеет обе формы представления чисел.

Нормальная форма представления чисел. Запись числа при представлении с плавающей запятой имеет вид

$$A = \pm mq^{\pm p},$$

где m — правильная дробь, называемая мантиссой числа;
q — основание системы счисления;
p — показатель степени, определяющий местоположение запятой в исходном выражении, называемый порядком числа.

Числа с плавающей запятой могут быть двух видов: нормализованные и ненормализованные.

Нормализованным числом называется такое число, у которого мантисса после запятой имеет значащую цифру, т. е. отличную от нуля.

Нормализованное число подчиняется условию $10^{-1} \leqslant m < 1$. Эта форма записи называется также нормальной формой.

Например, десятичное число $-0{,}658 \cdot 10^3$ и двоичное число $0{,}101\ 1011 \cdot 10^{100}$ являются нормализованными.

Число, у которого мантисса в старшем разряде содержит нуль, называется ненормализованным числом.

Например, десятичное число $0{,}00756 \cdot 10^3$ и двоичное число $0{,}010110 \cdot 10^{11}$ записаны в ненормализованном виде.

Операция приведения записи числа к нормальной форме называется нормализацией числа.

Обычно в ЭВМ нормализация числа производится автоматически после выполнения операции (выполнение нормализации заложено в код команды) или с помощью специальных команд.

Нормализация числа может осуществляться влево и вправо.

При нормализации влево мантисса сдвигается влево до тех пор, пока первая ее значащая цифра не окажется в первом разряде мантиссы. Одновременно из порядка числа вычитается число, равное количеству сдвинутых разрядов. Например,

$$0{,}00010111 \cdot 10^{111} = 0{,}10111 \cdot 10^{100}.$$

В памяти машины и в регистрах арифметического устройства число представляется в виде 2 групп цифр, включающих в себя мантиссу со своим знаком и порядок со своим знаком. При этом возможны различные варианты расположения элементов кода числа. Так, например, в ЭВМ «Минск-32» число записывается в такой последовательности: знак мантиссы, мантисса, знак порядка, порядок.

В ЭВМ «Раздан» число записывается в другой последовательности: знак порядка, порядок, знак мантиссы, мантисса.

В ЭВМ ЕС-1010 используется третий вариант записи: знак мантиссы, знак порядка, порядок, мантисса.

Обычно число в машине хранится в нормализованном виде. В двоичном виде число может быть представлено в следующем диапазоне

$$2^{-2^p} \leqslant X \leqslant (1-2^n)\cdot 2^{2^p-1},$$

где p — разрядность порядка;
n — разрядность мантиссы.

Максимальное двоичное число, которое может быть записано в ячейке памяти при использовании записи с плавающей запятой:

$$0{,}111\ldots111\cdot 10^{111\cdots1} = (1-2^{-n})\cdot 2^{2^p-1}.$$

Минимальное двоичное нормализованное число в машине имеет вид:

$$0{,}100\ldots0\cdot 10^{-11\cdots1} = 2^{-1}\cdot 2^{2p+1} = 2^{-2p}.$$

Арифметические операции над числами с плавающей запятой в ЭВМ выполняются следующим образом.

Для того чтобы разряды слагаемых имели одинаковый вес при сложении и вычитании, вначале порядки выравниваются в сторону большего порядка. При этом число, порядок которого меньше, денормализуется таким образом, чтобы его порядок стал равен порядку бóльшего числа. Мантисса его сдвигается вправо на количество разрядов, равное разности порядков. После этого производится операция над мантиссами (сложение или вычитание). Мантисса результата нормализуется.

Операции умножения и деления осуществляются над порядками и мантиссами раздельно. При этом действие производится над мантиссами. Произведение мантисс принимается за мантиссу произведения при умножении, а при делении мантисса результата является частным от деления мантисс. Порядок результата получается путем сложения порядков при умножении или их вычитания при делении. Мантисса результата нормализуется.

Примеры.

1. Сложить двоичные числа

$$0{,}110011\cdot 10^{110} \text{ и } 0{,}101011\cdot 10^{100}$$

$$p_1=110,\ p_2=100;\ p=p_1-p_2=10.$$

$$0{,}110011\cdot 10^{110}+0{,}101011\cdot 10^{100}=0{,}110011\cdot 10^{110}+0{,}00101011\cdot 10^{110}=0{,}11110111\cdot 10^{110}.$$

$$\begin{array}{r} 0{,}110011 \\ +\ 0{,}00101011 \\ \hline 0{,}11110111 \end{array}$$

2. Вычесть двоичные числа

$$0{,}101111\cdot 10^{+101} \text{ и } -0{,}11111\cdot 10^{11}$$

$$p_1=101,\ p_2=11,\ p=2.$$

$$0{,}101111\cdot 10^{101}-0{,}11111\cdot 10^{11}=0{,}101111\cdot 10^{101}-0{,}0011111\cdot 10^{101}=$$
$$=0{,}0111111\cdot 10^{101}=0{,}111111\cdot 10^{100}.$$

$$\begin{array}{r} 0{,}101111 \\ -\ 0{,}0011111 \\ \hline 0{,}0111111 \end{array}$$

3. Умножить двоичные числа $0{,}101101 \cdot 10^{101}$ и $0{,}11101 \cdot 10^{100}$.

$$0{,}101101 \cdot 10^{101} \times 0{,}11101 \cdot 10^{10} = (0{,}101101 \times 0{,}11101) \times 10^{101+10} = 0{,}10100011001 \cdot 10^{111}$$

$$\begin{array}{r} \times \begin{array}{r} 0{,}101101 \\ 0{,}11101 \end{array} \\ \hline \begin{array}{r} 101101 \\ 101101 \\ + \quad 101101 \\ 101101 \end{array} \\ \hline 0{,}10100011001 \end{array}$$

4. Разделить двоичные числа $0{,}1010001 \cdot 10^{110}$ и $0{,}1001 \cdot 10^{11}$

$$0{,}1010001 \cdot 10^{110} : 0{,}1001 \cdot 10^{11} = (0{,}1010001 : 0{,}1001) \cdot 10^{110-11} = 0{,}1001 \cdot 10^{100}$$

$$\begin{array}{r|l} -\begin{array}{r} 0{,}1010001 \\ 1001 \end{array} & \begin{array}{l} 0{,}1001 \\ \hline 0{,}1001 \end{array} \\ \hline 0001001 & \end{array} \qquad \begin{array}{r} -\begin{array}{r} 110 \\ 11 \end{array} \\ \hline 11 \end{array}$$

Достоинством применения представления чисел с плавающей запятой при решении задач на ЭВМ по сравнению с представлением чисел с фиксированной запятой является следующее:

а) числа вводятся в машину без предварительного масштабирования;

б) увеличивается диапазон представления чисел;

в) большая точность вычислений.

Недостатками использования плавающей запятой являются большая сложность выполнения операций в ЭВМ и меньшее быстродействие по сравнению с теми же процедурами, выполняемыми над числами, представленными с фиксированной запятой, более сложная конструкция арифметического устройства и системы управления арифметическими операциями.

Естественная форма представления чисел или представление чисел с фиксированной запятой. Форма представления чисел в машине, когда для всех чисел отводится определенное количество разрядов для записи целой и дробной частей, называется естественной формой представления или с фиксированной запятой.

Пример. Считаем, что в машине могут быть записаны шестиразрядные числа, при этом для записи целой части отводится 3 разряда и для записи дробной части также 3 разряда. Числа: 9,995, 136,1; 0,25; 0,0142; 0,0002 представляются в такой машине следующим образом:

009995
136100
000250
000014
000000 (не вошло в разрядную сетку машины)

В большинстве вычислительных машин при представлении чисел с фиксированной запятой все они изображаются меньшими единицы, т. е. в виде правильной дроби. Это упрощает конструкцию машины и облегчает подбор масштабных коэффициентов. При решении задачи на ЭВМ с фиксированной запятой всем чис-

лам задается (фиксируется) единый для всех порядок, т. е. они умножаются на постоянное число. Это число называется масштабным коэффициентом.

Максимальное число, которое может быть записано в машине в двоичной системе с фиксированной запятой, имеет вид

$$\pm 0{,}1111\ldots1\cdot 2^p=(1-2^n)\cdot 2^p,$$

где n — разрядность машины;

p — порядок выбранного масштабного коэффициента.

Минимальное число, которое может быть записано в машине в двоичной системе с фиксированной запятой, равно

$$\pm 0{,}0000001\cdot 2^p=2^{p-n}.$$

Числа с фиксированной запятой представляются в следующем диапазоне:

$$2^{p-n}\leqslant X\leqslant(1-2^{-n})\cdot 2^p.$$

В машинах с фиксированной запятой используется понятие «машинный нуль». Машинным нулем называется любое число, которое по абсолютной величине меньше минимального числа, представляемого в разрядной сетке данной машины. Иными словами, это число настолько мало, что не может быть представлено в машине при заданном масштабном коэффициенте. В рассмотренном выше примере машинным нулем является последнее число (0,0002).

Возможность появления машинных нулей накладывает ограничение на выбор масштабных коэффициентов, снижает точность вычислений. Второе ограничение на выбор масштабных коэффициентов накладывает разрядная сетка машины. Результат вычислений по абсолютной величине не должен превышать максимальное число, которое может быть записано в данной машине. В противном случае разрядная сетка машины переполнится и потеряются старшие разряды результата, задача будет решена неправильно.

Следовательно, перед решением задачи масштабный коэффициент должен быть выбран таким образом, чтобы не было переполнения разрядной сетки и была достигнута необходимая точность вычислений.

В арифметическом устройстве и в памяти машин код числа при представлении его с фиксированной запятой размещается в такой последовательности: знак числа, целая часть числа, дробная часть числа.

В большинстве машин при использовании масштабных коэффициентов и представлении всех чисел меньшими единице код числа приводится в такой последовательности: знак числа, мантисса числа.

Представление числа с фиксированной запятой упрощает выполнение арифметических операций: так как все числа в машине представлены при решении одной задачи одинаковым образом,

арифметические операции сложения и вычитания выполняются над одноименными разрядами. Операции умножения и деления сводятся к сложению и вычитанию со сдвигом разрядов.

Представление чисел с фиксированной запятой при решении задач на ЭВМ имеет определенные преимущества по сравнению с представлением чисел с плавающей запятой. К ним в первую очередь относятся простота выполнения операций и в связи с этим большая скорость их выполнения.

Например, ЭВМ ЕС-1020 выполняет операции сложения (вычитания) с фиксированной запятой за 20—30 мкс, а с плавающей запятой — за 50—70 мкс.

К недостаткам этой формы представления следует отнести меньшую точность вычислений и необходимость масштабирования чисел перед решением задачи.

§ 18. КОДЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЧИСЕЛ В МАШИНЕ

Современные вычислительные машины выполняют арифметические операции с учетом их знаков. Знаки в машине представляются в виде двоичных цифр. При этом знак плюс кодируется нулем, знак «минус» единицей. Запятая, разделяющая целую и дробную части числа, в коде числа не представляется. Число в машине изображается последовательностью цифр, называемой машинным кодом.

Каждый машинный код состоит из знаковой и цифровой частей. При представлении чисел с фиксированной запятой кодируется знак числа, при представлении числа с плавающей запятой кодируется знак числа и знак порядка.

Для того чтобы не смешивать знаковые и цифровые разряды, их местоположение строго фиксируется и учитывается при разработке схемы управления выполнением арифметических операций.

В современных вычислительных машинах для выполнения арифметических операций используется три вида машинных кодов: прямой, обратный и дополнительный.

Определенный тип вычислительных машин выполняет арифметические операции с одним типом кодов, так как он учитывается в структуре размещения числа по разрядам регистров арифметического устройства и построении схемы управления арифметическими операциями. Выполнение арифметических операций с числами в различных кодах отличается друг от друга. В запоминающем устройстве информация хранится в выбранном для данного типа ЭВМ машинном коде. Под машинный код во всех устройствах машины отводится постоянное количество разрядов.

Прямой код представляет собой в двоичной системе счисления запись самого числа и двоичного знакового разряда, записываемого слева от мантиссы или порядка. Обозначается прямой код знаком $(X)_{пр}$. При представлении чисел с фиксированной запятой под знак отводится один знаковый разряд. Например, прямой код чисел — 0,10101 и 0,10101 имеет вид: 1 10101 и 0 10101.

Для представления знаков при изображении чисел с плавающей запятой используется два знаковых разряда: один для изображения знака числа, который ставится перед мантиссой, второй для изображения знака порядка. Например, число 0,00111101, которое может быть представлено в виде $0{,}111101 \cdot 10^{-10}$, имеет прямой код = 1 111101110.

В большинстве вычислительных машин применяются специальные машинные коды, которые позволяют свести действие вычитания к сложению, т. е. при использовании этих кодов выполнение всех арифметических операций сводится к сложению — самой простой из арифметических операций. Использование специальных кодов позволяет упростить конструкцию арифметического устройства машины, не создавать специальных блоков для выполнения каждого типа операций (сложения, вычитания, умножения), а выполнять все операции в одном блоке. Такими кодами являются обратный и дополнительный коды.

Положительные числа в обратном и дополнительном коде имеют такое же изображение, что и в прямом коде. Представление отрицательных чисел в каждом типе кодов отличается друг от друга.

Обратный код обозначается $(X)_{обр}$. Для положительных чисел обратный код совпадает с прямым кодом. В двоичной системе счисления обратный код отрицательного числа образуется следующим образом: в знаковых разрядах записывается единица, а в цифровых разрядах единица заменяется нулями, а нули единицами. Например,

$$(+0{,}1101)_{обр} = 0\ 1101.$$
$$(-0{,}1101)_{обр} = 1\ 0010.$$

При выполнении арифметических операций результат также представляется в обратном коде. Поэтому сложение производится с циклическим переносом. Поразрядно складываются все части обратного кода, т. е. в сложении участвуют и знаковые разряды, и допускается перенос из цифровых разрядов в знаковые. Единица переноса из знакового разряда передается в младший разряд суммы.

Примеры.

$A = -0{,}1101$	$(A)_{обр} = 10010$
$B = +0{,}0110$	$(B)_{обр} = 00110$
$A+B = -0{,}0111$	$(A+B)_{обр} = 11000$
$A = -0{,}1001$	$(A)_{обр} = 10110$
$B = -0{,}0101$	$(B)_{обр} = 11010$
$A+B = -01110$	$(A+B)_{обр} = \underbrace{111000}_{10001}$

Следует отметить, что использование одного разряда для кодирования знака создает трудности в улавливании переполнения разрядной сетки. Например,

$$
\begin{array}{r}
A=0{,}1101 \\
B=0{,}1011 \\
\hline
A+B=1{,}1000
\end{array}
\qquad
\begin{array}{r}
(A)_{обр}=0{,}1101 \\
(B)_{обр}=01011 \\
\hline
(A+B)_{обр}=11000
\end{array}
\quad \text{отрицательное число}
$$

$$
\begin{array}{r}
A=-0{,}1011 \\
B=-0{,}0111 \\
\hline
A+B=-1{,}0010
\end{array}
\qquad
\begin{array}{r}
(A)_{обр}=10100 \\
(B)_{обр}=11000 \\
\hline
(A+B)_{обр}=101100 \\
\quad\ \ \underline{\ \ \ \

Пример.

$$(-0{,}1101)_{доп} = \begin{array}{r} 10010 \\ +\quad 1 \\ \hline 10011 \end{array}$$

Практически при записи отрицательного числа в дополнительном коде следует записать единицу в знаковом разряде, затем, начиная со старшего разряда, инвертировать цифры, кроме последней значащей цифры.

Пример.

$$(-0{,}10100)_{доп} = 101100.$$

Дополнительный код отрицательной двоичной дроби представляет собой дополнение этой дроби до двух.

При сложении двух чисел в дополнительном коде результат операции представляется в дополнительном коде.

В сложении участвуют все разряды кодов чисел, включая и знаковые разряды, при этом возможен перенос единицы из старшего разряда цифровой части в знаковый разряд кода, переноса из знакового разряда не производится, единица переноса из знакового разряда теряется.

Примеры.

$$\begin{array}{r} A = -0{,}10110 \\ B = \quad 0{,}10001 \\ \hline A+B = -0{,}00101 \\ (A+B)_{доп} = \quad 111011 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} A_{доп} = 101010 \\ B_{доп} = 010001 \\ \hline (A+B)_{доп} = 111011 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} A = 0{,}10111 \\ B = 0{,}10101 \\ \hline A+B = 1{,}01100 \end{array}$$

переполнение

$$\begin{array}{r} (A)_{доп} = 010111 \\ (B)_{доп} = 010101 \\ \hline (A+B)_{доп} = 101000 \end{array}$$

↑ признак отрицательного числа

$$\begin{array}{r} A = -0{,}10101 \\ B = -0{,}01111 \\ \hline A+B = -1{,}00100 \end{array}$$

переполнение

$$\begin{array}{r} (A)_{доп} = \quad 101011 \\ (B)_{доп} = \quad 110001 \\ \hline (A+B)_{доп} = 1\,000100 \end{array}$$

теряется ↑ ↑ признак положительного числа

Так же, как и в случае использования обратного кода, для контроля переполнения разрядной сетки используется модифицированный дополнительный код, при котором знак «плюс» кодируется 00, а знак «минус» 11. Переполнение определяется по наличию в знаковых разрядах 01 и 10.

Примеры.

$$\begin{array}{r} A = -0{,}01011 \\ B = -0{,}10100 \\ \hline A+B = -0{,}11111 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} (A)_{доп\,м} = \quad 1110101 \\ (B)_{доп\,м} = \quad 1101100 \\ \hline (A+B)_{доп\,м} = 11100001 \end{array}$$

↑ теряется

$$\begin{array}{r} A=0{,}10101 \\ B=0{,}11010 \\ \hline A+B=1{,}01111 \end{array}$$

переполнение

$$\begin{array}{r} (A)_{\text{доп м}}=0010101 \\ (B)_{\text{доп м}}=0011010 \\ \hline (A+B)_{\text{доп м}}=0101111 \end{array}$$

признак переполнения

$$\begin{array}{r} A=-0{,}11001 \\ B=-0{,}01101 \\ \hline A+B=-1{,}00110 \end{array}$$

переполнение

$$\begin{array}{r} (A)_{\text{доп м}}=1100111 \\ (B)_{\text{доп м}}=1110011 \\ \hline (A+B)_{\text{доп м}}=1011010 \end{array}$$

признак переполнения

В десятичной системе счисления дополнительный код образуется путем дополнения значения цифры до 9 во всех разрядах счетчика, кроме последнего, а в последнем разряде — до 10.

При сложении в дополнительном коде обратного переноса не производится. Поэтому сумма дополнительного кода и прямого кода числа без учета знака дает во всех разрядах нули.

Например, дополнительный код числа 1825 в восьмиразрядном счетчике будет иметь вид: 99998175. Дополнительный код используется в табуляторе.

Двоично-десятичный код применяется для промежуточного хранения вводимых чисел. В вычислительные машины обычно вводятся десятичные цифры, которые потом преобразуются в двоичные автоматически с помощью специальных программ. Поэтому при обмене данных используется специальная двоично-десятичная запись десятичных чисел, при которой каждая десятичная цифра записывается четырьмя двоичными разрядами-тетрадами. Обычно для такой записи используется код с весами чисел 8—4—2—1. В этом случае код цифр будет иметь вид:

Десятичная цифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тетрада	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001

§ 19. ОСНОВНЫЕ ЛОГИЧЕСКИЕ ОПЕРАЦИИ

Широкое применение в вычислительной технике получил специальный раздел математической логики, называемый алгеброй логики (алгебра Буля, булева алгебра). Этот раздел изучает исчисление высказываний. Под высказыванием понимается любое предложение, которое может быть истинным или ложным. В математической логике высказывания строятся по формальным признакам и подразделяются на простые и сложные. Простым называется высказывание, которое определяет одну законченную мысль. Истинность высказывания в алгебре логики обозначается единицей, а ложное значение — нулем.

Таким образом, алгебра логики оперирует с простыми высказываниями, с логическими переменными, имеющими два состояния, два значения. Поэтому эти переменные называются двоичными переменными. Логические связи между отдельными высказываниями представляют собой операции над двоичными переменными. Сложные высказывания образуются из двух или более простых высказываний с помощью логических операций. В вычислительной технике и теории обработки машинной информации логические переменные используются для описания работы основных элементов вычислительных машин, взаимосвязи между отдельными элементами, выполнения логических операций. С помощью логических переменных производится анализ и синтез схем электронных вычислительных машин, описание работы отдельных логических частей алгоритмов обработки информации и т. д.

Всего от двух логических переменных можно образовать 16 различных сложных логических функций, операций над двоичными переменными.

Отрицание (функция НЕ, инверсия). Обозначается в виде черты над символом переменной $\bar{A}$. Читается НЕ А.

Отрицанием называется такое высказывание, которое истинно, когда А ложно, и, наборот, ложно, когда А истинно. Значение истинности высказываний отрицания определяется следующим образом:

$$\overline{0}=1$$
$$\overline{1}=0$$

Отрицание, в частности, используется при образовании обратного и дополнительного кода.

Логическое сложение (дизъюнкция. функция ИЛИ) обозначается знаками $+$, $\vee$. Читается «или», $A \vee B$ — читается «А или В».

Логическое сложение представляет собой сложное высказывание, которое истинно, когда истинно хотя бы одно из высказываний его составляющих, и ложно, если ложны все составляющие высказывания.

Для двух логических переменных логическое сложение описывается следующим образом:

$$0 \vee 0=0$$
$$0 \vee 1=1$$
$$1 \vee 0=1$$
$$1 \vee 1=1.$$

Система команд вычислительных машин включает в свой состав операцию поразрядного логического сложения.

Логическое сложение подчиняется сочетательному и переместительному законам:

$$A \vee (B \vee C)=(A \vee B) \vee C.$$
$$A \vee B=B \vee A$$

Логическое умножение (конъюнкция, функция И) обозначается символами $\times$, $\wedge$, читается «И». Например, $P=A \wedge B$ читается «Р есть А и В». Логическое умножение представляет собой сложное высказывание, которое истинно, если истинны все его составляющие простые высказывания, и ложно, если ложно хотя бы одно составляющее его простое высказывание.

Для двух логических переменных операция логического умножения описывается следующим образом:

$$0 \wedge 0 = 0$$
$$0 \wedge 1 = 0$$
$$1 \wedge 0 = 0$$
$$1 \wedge 1 = 1.$$

Система команд вычислительных машин содержит операцию поразрядного логического умножения. Кроме того, эта операция используется для описания схем совпадения и т. д. Операция логического умножения подчиняется также сочетательному и переместительному законам:

$$A \wedge (B \wedge C) = (A \wedge B) \wedge C$$
$$A \wedge B = B \wedge A.$$

Равнозначность (эквивалентность) обозначается символами $\sim$ или $\equiv$, читается «равнозначно» или «эквивалентно». Например, $A \sim B$ — «А равнозначно В».

Операция равнозначности представляет собой сложное высказывание, которое истинно при совпадении значения истинности составляющих его простых высказываний и ложно, если значения истинности составляющих его высказываний не совпадают. Для двух логических переменных значение операция равнозначности определяется следующим образом

$$0 \sim 0 = 1$$
$$1 \sim 0 = 0$$
$$0 \sim 1 = 0$$
$$1 \sim 1 = 1.$$

Сравнение (отрицание равнозначности) обозначается $\approx$, читается «не равнозначно». Например, $A \approx B$ читается «А не равнозначно В».

Сравнение — сложное высказывание, которое истинно, если значения истинности составляющих его простых высказываний не совпадают, и ложно, если они совпадают.

Для двух логических переменных значение операции сравнения описывается следующим образом:

$$0 \approx 0 = 0$$
$$1 \approx 0 = 1$$
$$0 \approx 1 = 1$$
$$1 \approx 1 = 0.$$

В системах команд вычислительных машин широко используется операция сравнения.

Импликация обозначается символами $\rightarrow$ или $\supset$. Читается «если А..., то В...».

Импликация представляет собой сложное высказывание, которое ложно только в одном случае, если А истинно, а В ложно.

Для двух логических переменных значение истинности импликации имеет вид:

$$0 \rightarrow 0 = 1$$
$$0 \rightarrow 1 = 1$$
$$1 \rightarrow 0 = 0$$
$$1 \rightarrow 1 = 1.$$

ГЛАВА V. ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ

§ 20. КЛАССИФИКАЦИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН

По способу переработки информации вычислительные машины можно разделить на два основных класса: непрерывного действия и дискретного действия (цифровые).

Кроме того, создана гибридная группа комбинированных аналого-цифровых вычислительных машин.

Вычислительные машины непрерывного действия. Характерной особенностью вычислительных машин непрерывного действия является то, что информация вводится и перерабатывается в непрерывном виде. Принцип действия этих машин основан на аналогии описания процессов, протекающих в вычислительной машине и объекте исследования. Определение значений переменных сводится к измерению физических величин.

Физический процесс, протекающий в вычислительной машине, является аналогом имитируемого процесса, несмотря на то, что физическая природа может быть различной. Все моделирующие устройства можно в свою очередь разделить на математические модели прямой и непрямой аналогии (аналоговые вычислительные машины).

Модели прямой аналогии воспроизводят исходные соотношения в силу специфики явлений, протекающих в устройстве в целом, и не могут быть расчленены на отдельные решающие элементы. При этом всегда можно указать на однозначное соответствие между элементами аналогового устройства и системы-прототипа. Каждому элементу в аналоговом устройстве должен соответствовать элемент, обладающий теми же свойствами, что и элемент в исследуемой системе.

Модели непрямой аналогии (аналоговые вычислительные машины) воспроизводят заданное математическое описание исследуемого явления или процесса путем выполнения некоторой по-

следовательности элементарных математических операций с помощью отдельных решающих одновременно блоков.

В аналоговых вычислительных машинах каждому значению переменной величины, участвующей в исходных соотношениях, соответствует мгновенное значение машинной величины, отличающейся от исходной величины физической природой и масштабным коэффициентом. Каждый решающий элемент аналоговых вычислительных машин выполняет строго определенную элементарную математическую операцию над машинными величинами. Этой операции соответствует какой-то физический закон, устанавливающий математические зависимости между физическими величинами на входе и выходе решающего элемента (например, законы Ома и Кирхгофа для электрических цепей).

Особенность аналоговых вычислительных машин состоит также в том, что при решении конкретной задачи используются не все блоки и узлы машины, а только набор элементов, необходимых для решения конкретной задачи.

По своему назначению аналоговые вычислительные машины можно разделить на две группы: моделирующие устройства общего назначения и специализированные устройства.

Моделирующие устройства общего назначения предназначены для решения систем линейных и нелинейных дифференциальных уравнений с постоянными и переменными коэффициентами как обыкновенных, так и с частными производными, а также для решения систем алгебраических и интегральных уравнений.

Специализированные устройства предназначены для решения ряда частных задач, используемых в промышленности, на транспорте и т. п., в том числе и для управления технологическими процессами. Например, управляющие машины для контроля и регулирования доменного процесса, сушки зерна, распределения нагрузки между отдельными агрегатами и электростанциями в энергосистемах и т. д. К этим машинам следует отнести АСОР-1 для решения сетевых графиков, машины «Оптимум-1д» и «Оптимум-2» для решения транспортных задач.

По типу физических носителей, используемых для выполнения вычислительных операций, аналоговые вычислительные машины можно разделить на механические (логарифмическая линейка, механический дифференциальный анализатор и т. д.), электромеханические, гидравлические, пневматические и электронные, получившие наибольшее распространение в последнее время.

Задачи с помощью аналоговых машин решаются в приведенной ниже последовательности.

1. Изучение объекта исследования и постановка задачи. Под постановкой задачи понимается в данном случае составление математической модели исследуемого объекта и формулировки целей исследования.

Основываясь на знании физических законов, по которым развиваются процессы, происходящие в реальных объектах, можно составить систему уравнений процесса, являющуюся математиче-

ской моделью объекта. Эта система должна быть дополнена ограничениями на процесс, начальными условиями и т. д.

2. Подготовка задачи к решению. Аналоговые вычислительные машины имеют определенный диапазон изменения исследуемых параметров и полосу рабочих частот, в пределах которых гарантируется нормальное функционирование машины. Поэтому в аналоговых вычислительных машинах переменные величины задачи переводят в машинные переменные:

$$x=\kappa \cdot X,\ y=\kappa \cdot У \text{ и т. д.},$$

где x и y — машинные величины;

κ — масштабный коэффициент;

X и $У$ — физические величины.

При этом вводятся масштабные коэффициенты, которые выбираются с таким расчетом, чтобы каждая машинная переменная была как можно больше, но не выходила по абсолютному значению за пределы максимального допустимого значения величины (например, не больше ± 100 В):

$$\kappa = \frac{100}{X_{\max}} \frac{\text{вольт}}{\text{ед. физической переменной}},$$

где $X_{\max}$ — наиболее вероятное максимальное значение переменной в задаче. Введение этих масштабных коэффициентов позволит свести к минимуму возможные погрешности при решении задачи, повысить точность решения.

3. Составление блок-схемы набора задачи на вычислительной машине. На основе выполненных преобразований с помощью масштабных коэффициентов получается система математических соотношений и уравнений, которая используется при составлении блок-схемы решения задачи и определении необходимого числа блоков.

На блок-схеме вычерчивается схема взаимосвязи между всеми выбранными блоками.

4. Набор на машине решаемой задачи, задание начальных условий. На этом этапе производится коммутация связей между выбранными элементами в соответствии с заданной на блок-схеме их взаимосвязью. Задаются начальные параметры определенных величин и начальные условия.

5. Решение задачи на машине. Результаты решения снимаются визуально или записываются с помощью специальных устройств. Результаты при этом получаются в виде определенных значений машинных величин.

6. Обработка результатов решений. С помощью масштабных коэффициентов данные из машинного вида переводятся в естественный.

Достоинствами аналоговых вычислительных машин являются: высокое быстродействие, простота программирования, простота набора задачи, наглядность представления данных, возможность согласования с реальными объектами.

Недостатки аналоговых вычислительных машин, ограничивающие возможности их применения, состоят в следующем:

1) малая точность решения задач: погрешность решения составляет 1—5%. Это является основным недостатком;

2) неудобство представления данных, их недокументальность, необходимость перевода их из машинного вида в естественный.

Основное назначение этих машин — использование для первоначальных прикидочных инженерных расчетов, не требующих большой точности (в НИИ и КБ), а также в системах автоматического регулирования технологическими процессами и моделирования систем автоматического управления и т. д.

В экономических расчетах аналоговые вычислительные машины не получили широкого применения. Из экономических задач с помощью аналоговых задач решаются задачи сетевого планирования и управления на машинах общего назначения и специализированных машинах, а также транспортные задачи линейного программирования.

Вычислительные машины дискретного действия. Информация во всех блоках вычислительных машин дискретного действия представляется в виде дискретных величин и математические операции производятся не над физическими величинами, а над числами, представленными при помощи цифр. Физические процессы в этих машинах не содержат никакой информации. Использованное в данном случае квантование рабочих сигналов связано с принятыми для данной машины понятиями кодов, цифр, символов, над которыми вычислительная машина производит арифметические и логические операции по заранее заданной программе. Цифровые вычислительные машины являются более универсальными, чем аналоговые. Поэтому область их применения значительно шире. Точность решения задач на этих машинах зависит не от точности изготовления деталей и узлов машины, а только от количества разрядов цифр, используемых в конкретной конструкции вычислительной машины.

По способу ввода исходной информации и программ решения задач цифровые вычислительные машины подразделяются на три основные группы: клавишные (КВМ), перфорационные (ПВМ) и электронные (ЭВМ).

Каждая группа вычислительных машин отличается своими эксплуатационными характеристиками, способами ввода и вывода информации, быстродействием, производительностью и эффективностью.

Клавишные вычислительные машины являются машинами с ручным вводом исходных данных и ручным управлением. Эти операции на клавишных машинах осуществляет человек — оператор, который с помощью клавиатуры задает исходные данные и алгоритм (последовательность) вычислений.

По виду используемых элементов клавишные машины подразделяются на механические, электромеханические, электронные. Наибольшее распространение получают электронные клавишные

вычислительные машины, имеющие бóльшее быстродействие, меньшие габариты, бóльший набор выполняемых операций, бóльшую надежность и другие лучшие характеристики по сравнению с электромеханическими и механическими машинами.

По степени автоматизации выполнения операций клавишные машины подразделяются на три группы: неавтоматические, полуавтоматические и автоматические.

При работе на неавтоматических машинах все операции по вводу исходных данных, выполнению вычислений, включая передвижение (сдвиг) разрядов, контроль за передачей чисел и т. д., осуществляет человек.

В полуавтоматических машинах выполнение основных операций частично автоматизировано, однако доля участия человека при вычислениях еще велика.

В автоматических машинах предусматривается только ручное задание исходных данных и частично алгоритма вычислений, решение (выполнение одной или группы операций и вывод результатов) производится автоматически.

По своему функциональному назначению и эксплуатационным характеристикам (возможности выполнения различных арифметических операций, вывода результатов и т. д.) клавишные машины подразделяются на вычислительные, суммирующие, табличные и специализированные.

Вычислительные (малые) машины предназначаются для ускорения арифметических операций. Эти машины выполняют четыре арифметических операции. Кроме того, большинство современных вычислительных машин дополнительно вычисляют некоторые часто встречающиеся функции и производят совмещенные операции, например извлечение корня, получение тригонометрических функций, вычисление логарифмов и др.

Ввод исходных данных, управление работой малых вычислительных машин осуществляются с помощью клавиатуры. Результаты вычислений выводятся на табло.

К вычислительным относятся следующие типы машин:

а) неавтоматические, на которых все операции выполняются вручную (ВК-1, арифмометр, счеты);

б) полуавтоматические электромеханические (ВК-2, ВМП-2, «Зоемтрон-208», «Зоемтрон-209», «Быстрица», «Рейнметалл» и т. д.);

в) автоматические: электромеханические (ВК-3, ВММ, «Зоемтрон-214», «Зоемтрон-215» и т. д.), релейные («Вятка», «Вильнюс»), электронные («Вега», «Зоемтрон-220», «Искра-12», «Искра-111», «Электроника» и т. д.).

Каждый тип машины имеет свой вид клавиатуры (десятиклавишную или полноклавишную), отличается способом выполнения операции.

Суммирующие машины выполняют в основном операции сложения и вычитания и выводят информацию в виде печати цифровых данных на узкую бумажную ленту. Используют суммирующие

машины для решения экономических задач. Управляют выполнением операций, печатью и вводом информации при помощи клавиатуры.

По возможности выполнения операций умножения суммирующие машины можно разделить на две группы:

суммирующие машины без автоматизации умножения, в которых умножение производится в виде последовательных сложений с ручным сдвигом, к машинам этой группы относятся СДВ-107, АЕС, «Аскота-110», «Однер» и т. д.;

суммирующие машины с автоматизацией умножения — «Аскота-114», «Однер XXII» и т. д.

Основная часть суммирующих машин имеет электромеханический принцип действия.

Применение электронных схем в качестве технической базы построения клавишных машин позволило объединить функциональные возможности вычислительных и суммирующих машин, создавать клавишные машины, способные выполнять все четыре арифметических операции и выдавать результат в цифровом виде на узкую бумажную ленту. К подобным машинам относятся «Искра-22», «Монро-1666», «Логос-245» и т. д.

Табличные (фактурно-бухгалтерские) клавишные машины предназначаются для выполнения арифметических операций при составлении документов. Эти машины представляют собой агрегат, состоящий из машин: клавишной вычислительной и печатающей, к которым может быть подключен и перфоратор.

Исходные данные для выполнения вычислительных операций и печати вводят вручную с клавиатуры. Соответственно клавиатура имеет цифровую и буквенную секции, а также клавиши управления вычислительными операциями и печатью. Последние конструкции табличных машин дают возможность выполнять вычислительные операции в определенной последовательности по программам. Для хранения исходных данных, промежуточных и окончательных результатов решения задач используется запоминающее устройство.

Информация выводится на печать и индикационные табло. В качестве печатающего механизма используется печатающая машинка с широкоформатной кареткой, позволяющей печатать до 160 знаков в строке.

Некоторые модели табличных машин имеют перфораторные приставки, что позволяет выводить данные также и на перфоленту, причем в виде, удобном для дальнейшей обработки на электронных вычислительных машинах.

По своим эксплуатационным возможностям табличные машины делятся на бухгалтерские и фактурные. Бухгалтерские машины выполняют операции сложения и вычитания при составлении документов, фактурные — все четыре арифметических операции, печатают данные на документах широкого формата. Большая часть этих машин позволяет выдавать информацию на перфоленту.

Специализированные клавишные машины предназначаются для выполнения строго специфических операций. К этим машинам относятся кассовые аппараты в торговле, билетно-кассовые аппараты на транспорте, аппараты для почты, сберегательных касс и т. д.

Функциональное назначение каждого типа устройства определяет его конструкцию, вид вводного устройства (клавиатура, монетоприемник и т. д.), состав выполняемых операций, форму выдаваемого документа.

Перфорационные вычислительные машины включают комплекс машин различного назначения: подготовки машинных носителей (перфокарт), упорядочения массивов перфокарт, обработки данных, расшифровки.

Информация во все машины комплекса вводится автоматически с помощью машинного носителя информации — перфокарты. Результаты обрабатываются по программам, набранным на коммутационных досках.

Машинные носители подготавливаются на ручных перфораторах и контрольниках, а также перфораторах с автоматическим вводом и управлением.

Массивы перфокарт упорядочивают с помощью сортировальных машин (сортировок) и раскладочно-подборочных машин.

Математическая обработка информации производится на табуляторах и электронных вычислительных перфораторах. Табуляторы, используя электромеханический принцип работы, выполняют арифметические операции сложения и вычитания, печать результатов на рулон бумаги, а также перфорацию на перфокарты с помощью подключенного перфоратора. Электронные вычислительные перфораторы выполняют все четыре арифметических операции и перфорируют результаты на перфокарты.

Расшифровочные машины воспринимают данные с перфокарт, расшифровывают их и печатают значение каждой колонки на той же перфокарте.

Электронные вычислительные машины предназначаются для решения широкого круга задач различной направленности. Они автоматически вводят данные с различных носителей информации, выполняют арифметические, логические и информационные операции по заранее заданной программе и выводят результаты на машинные, бумажные и другие носители информации.

По своему функциональному назначению ЭВМ делятся на универсальные машины, предназначенные для решения широкого круга задач, и специализированные — для решения задач определенной направленности.

Все цифровые вычислительные машины (рис. 27) используют единый принцип работы и имеют единый состав функциональных элементов, блоков.

В состав каждой цифровой вычислительной машины входят следующие основные устройства: устройства ввода информации

(УВВ), арифметическое устройство (АУ), запоминающие устройства (ЗУ), устройства управления (УУ), устройства вывода информации (УВыв).

Устройства ввода информации вводят исходные данные и программы решения задач с различных носителей. В зависимости от типа машин набор устройств ввода отличается составом, степенью автоматизации.

Арифметические устройства предназначаются для выполнения арифметических и логических операций в соответствии с заданной программой. Некоторые современные вычислительные машины имеют по нескольку арифметических устройств.

По способу выполнения операций над многоразрядными числами арифметические устройства подразделяют на параллельные, последовательные и параллельно-последовательные. В арифметических устройствах параллельного действия операция выполняется одновременно над всеми разрядами чисел, в машинах последовательного действия — поразрядно над одноименными разрядами чисел.

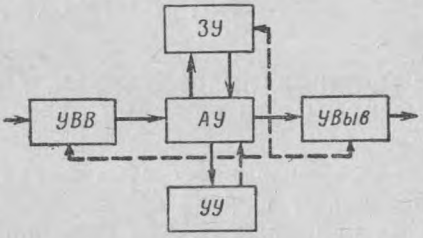


Рис. 27. Блок-схема ЦВМ

Основные характеристики арифметических устройств — состав операций, быстродействие, система счисления, форма представления чисел, над которыми выполняется операция, и т. д.

Запоминающие устройства (ЗУ) предназначаются для хранения информации и программ ее обработки.

В состав вычислительной машины входят несколько блоков ЗУ различного назначения, различной скорости, емкости.

Все ЗУ современных ЦВМ подразделяются на две группы устройств: внутреннее и внешнее. В состав внутреннего ЗУ входят блоки сверхоперативного ЗУ, оперативного ЗУ и долговременного (постоянного или полупостоянного) ЗУ. Эти блоки имеют единую адресную систему и предназначаются для хранения наиболее часто используемой информации и программ решения задач.

Внешние ЗУ предназначаются для хранения больших объемов информации.

Запоминающие устройства имеют почти все цифровые вычислительные машины.

Устройство управления вычислительной машины предназначается для управления работой машины и ее отдельных устройств. По способу управления цифровые вычислительные машины делятся на непрограммоуправляемые и программоуправляемые.

К непрограммоуправляемым относятся частично клавишные вычислительные и суммирующие машины. В таких машинах специальное устройство по командам оператора, подаваемым электрическими сигналами, управляет вычислениями.

В остальных машинах используется различная степень автоматизации управления по программам.

Объемы программ у различных групп машин резко отличаются. Если у клавишных, фактурно-бухгалтерских и перфорационных машин они составляют десятки операций для обработки одного документа, одного носителя, то у ЭВМ они могут достигать десятков тысяч операций.

Устройства вывода информации предназначаются для вывода результатов решения задач на различные носители и в каналы связи. В зависимости от способа представления информации она может выводиться с помощью устройств: индикации, печати цифровых или алфавитно-цифровых данных, вывода на машинные носители (перфокарты или перфоленты), графопостроителей, видеозаписи, телетайпов, мнемосхем, согласования с каналами связи и с выносными устройствами (терминалами) и т. д.

§ 21. СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ АНАЛОГОВЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Основные недостатки аналоговых вычислительных машин не позволяют широко использовать их в управлении производством. Они применяются для решения задач сетевого планирования и управления и транспортных задач линейного программирования или сводящихся к транспортным.

Принцип работы аналоговых машин рассмотрим на примере машины для решения задач сетевого планирования и управления. В отечественной практике используется ряд специализированных аналоговых вычислительных машин для решения задач сетевого планирования. К ним относятся АСОР-1 («Ритм»), АСОР-2, «Сеграф-1», «Ортограф», ЭДМ-450, «Граф-1». В серийном производстве находится АСОР-1, часть машин подготавливается к серийному производству, а некоторые выполнены в единичных экземплярах.

Принцип решения задачи рассмотрим на примере машин АСОР-1 (рис. 28). Специализированная электромоделирующая машина АСОР-1 (Ритм») предназначена для автоматизации расчетов при решении задач сетевого планирования и управления. Машина представляет собой электронную математическую модель, элементы которой соединяются в соответствии с топологией сетевого графика. Каждая ветвь сетевого графика (работа) моделируется решающим элементом (МР — модель работы), а узел (событие) — соединением этих элементов.

Принцип электрического моделирования сетевых графиков, используемый электромоделирующей установкой АСОР-1, состоит в том, что работа сетевого графика моделируется регулируемым источником постоянного напряжения с последовательно включенным диодом. Величина э. д. с. напряжения пропорциональна длительности работы. Источники напряжения соединяются

между собой в соответствии с топологией сетевого графика. Узлы соединений источников напряжения образуют события.

Если к начальному и конечному узлу такой модели подключить внешний источник тока, то в соответствии с принципом экстремальности мощности путь этого тока будет изображать критический путь, а напряжение между начальным и конечным узлами будет пропорционально длине критического пути. На рис. 29 представлен вариант сетевого графика и его эквивалентная схема. Ток внешнего источника проходит ветви критического пути, остальные ветви оказываются запертыми.

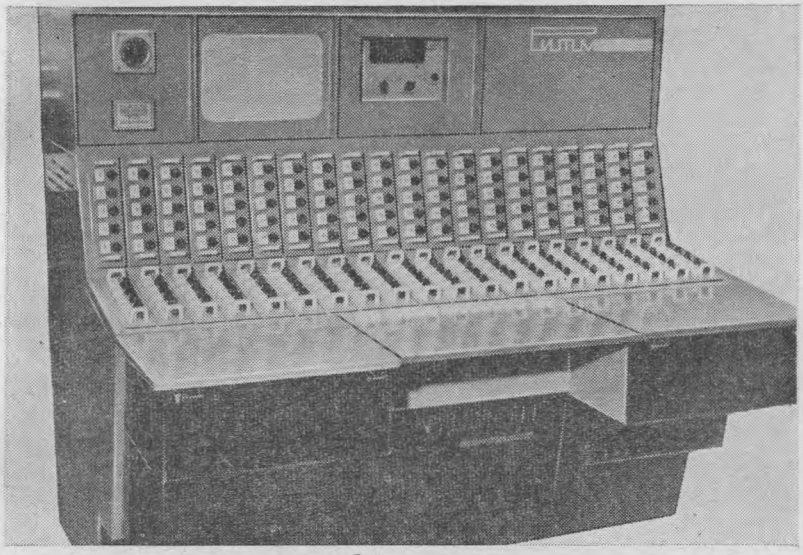


Рис. 28. Внешний вид электромодели АСОР-1 («Ритм»)

В АСОР-1 временные характеристики сетевого графика определяются методом трех источников тока. При этом к модели подключается два измерительных и один сигнальный источники тока.

Система управления и измерения машины АСОР-1 («Ритм») позволяет определить следующие характеристики сетевого графика для любой работы:

а) измерение длительности работ и установка сетевого графика,

б) критический путь между любыми двумя событиями;

в) измерение раннего срока начала;

г) измерение позднего срока начала;

д) измерение раннего срока окончания;

е) измерение позднего срока окончания;

ж) измерение зависимого резерва времени.

Кроме того, имеется возможность после набора схемы графика проверять короткозамкнутые контуры и отсутствие пути.

Максимальное число работ имитируемого графика — 200. Длительность одной работы моделируется источником э. д. с., регулируемым в пределах 0—10 В, максимальная длительность одного критического пути не должна превышать 300 В.

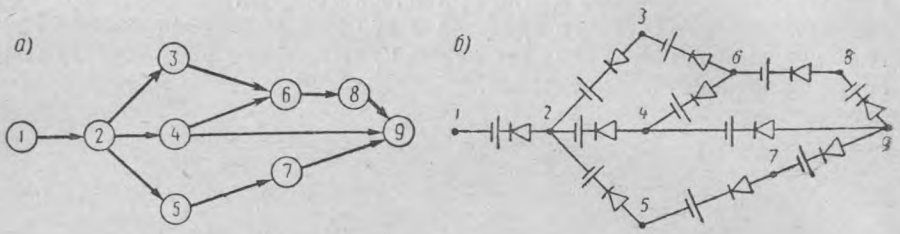


Рис. 29. Принципиальная схема работы электромодели АСОР-1 («Ритм»): а — сетевой график; б — эквивалентная схема

Разрешающая способность по отношению к равнокритическим путям или отрезкам путей порядка 5% максимальной длительности одной работы.

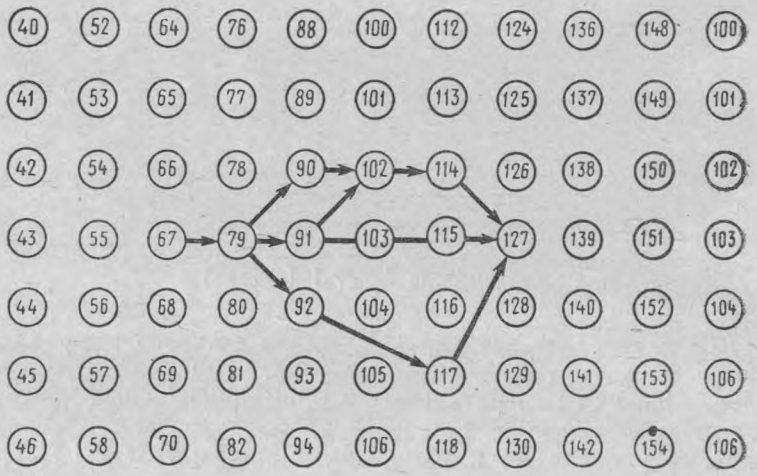


Рис. 30. Отображение на экране модели АСОР-1 сетевого графика

Электронная модель состоит из следующих блоков: стойка мнемосхемы, используемая для индикации графика, блок модели работ, включающий 200 отдельных работ, наборное поле I, наборное поле II, блок измерения и управления, блок переключающих реле, блок источников тока.

Начала и концы всех двухсот решающих элементов, моделирующих работы, выводятся на гнезда наборного поля НП-I. На этом

поле коммутируется последовательность работы в соответствии с топологией сетевого графика. К началу и концу графика подключается источник тока, обеспечивающий измерение параметров сети и индикацию критического пути.

На наборном поле II коммутируются (соединяются) события и работы, а также производится подключение их к мнемосхеме. Пример отображения сетевого графика, рассмотренного ранее, представлен на рис. 30.

После нагрева машины проверяется правильность набора задачи путем включения кнопок: «Проверка короткозамкнутых контуров» и «Проверка отсутствия пути». Если загораются сигнальные лампочки, свидетельствующие о неправильности набора задачи, то производится проверка и дополнительная коммутация данных.

После набора и проверки набранного сетевого графика производится индикация и измерение критического пути, а также измерение характеристик любой необходимой работы. Для этого включают кнопки данной работы и последовательно кнопки включения соответствующих режимов. Машина автоматически измеряет характеристики и выдает данные на табло цифрового вольтметра.

§ 22. ЭЛЕКТРОННЫЕ КЛАВИШНЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ

Электронные клавишные вычислительные машины (ЭКВМ) предназначаются для механизации вычислительных работ в различных сферах человеческой деятельности.

Первая отечественная ЭКВМ «Вега» была освоена промышленностью для серийного производства в 1965 г. После этого было разработано большое количество моделей, и отечественная промышленность в основном перешла на выпуск клавишных машин на электронной основе.

Тенденции в создании современных вычислительных клавишных машин состоят в следующем:

миниатюризация, использование интегральных модульных элементов при построении машин;

максимальная автоматизация процесса решения задач путем введения в состав машин устройств программного управления, позволяющих вычислять сложные функции;

создание на базе клавишных машин многофункциональных агрегатов за счет сопряжения клавишных вычислительных машин при необходимости с устройствами печати и перфорации;

специализация машин по области применения, создание машин, ориентированных на применение в определенных областях науки и техники, например для использования в экономических или инженерных расчетах.

В настоящее время ЭКВМ стали выпускать, используя в качестве элементной базы интегральные схемы, что позволило значительно улучшить их рабочие характеристики (быстродействие, со-

став выполняемых операций, габариты, вес, потребляемую мощность).

В зависимости от класса задач, на решение которых ориентировано использование современных клавишных машин, модели ЭКВМ можно разделить на деловые и научно-технические. Деловые ЭКВМ предназначаются для механизации выполнения учетно-статистических, планово-экономических, бухгалтерских и проектно-сметных расчетов. В состав операций машин этой группы, помимо четырех арифметических действий, введено автоматическое выполнение таких наиболее часто встречающихся операций, как вычисление процентов, накопление суммы, определение процентных отношений и т. д. Информация может выводиться на цифровое табло, а в некоторых моделях и на цифровое печатающее устройство.

ЭКВМ, предназначенные для использования при решении научно-технических задач, помимо арифметических операций, позволяют в зависимости от конструкций автоматически возводить в степень, извлекать корни, вычислять прямые и обратные тригонометрические функции, вычислять площади треугольника и т. д.

В табл. 4 приведены характеристики одного из наиболее распространенных типов клавишных машин — различных моделей ЭКВМ «Искра».

Выполнение отдельных операций заложено в библиотеку программ ЭКВМ определенной модели, и решение производится автоматически после определенного набора на клавиатуре исходных данных.

Так, например, библиотека программ ЭКВМ «Искра-111» позволяет выполнять следующие операции: алгебраическое сложение, умножение, сумму произведений (до трех пар произведений), разность двух произведений, цепное умножение (до трех величин), деление, сложение двух частных, цепное деление (на две величины), сложение квадратов двух величин, действия с константами, возведение в степень, определение процентов, нахождение величины по заданному проценту, начисление годовых процентов, определение суммы вклада по истечении определенного количества лет.

Несмотря на разнообразие операций, все модели ЭКВМ «Искра» выполнены по единой структурной схеме, включают в свой состав единые технологические элементы.

Структура ЭКВМ мало чем отличается от структуры ЦВМ, представленной на рис. 27, и включает в свой состав арифметическое устройство (АУ), запоминающее устройство (ЗУ), устройство управления (УУ), клавишное устройство и индикации (УИ).

Арифметическое устройство выполняет арифметические и логические операции над числами и кодами, хранящимися в регистрах АУ. Операции выполняются в десятичной системе счисления.

Способ представления чисел при решении задач на «деловых» ЭКВМ — с фиксированной запятой, в ЭКВМ, используемых для научно-технических расчетов,— с плавающей запятой.

Таблица 4

Характеристики	Тип модели для задач							
	деловых				научно-технических			
	„Искра-110"	„Искра-111"	„Искра-112" „Искра-1121" „Искра-1122"	„Искра-113"	„Искра-121"	„Искра-122"	„Искра-124"	„Искра-125"
Состав выполняемых операций	+,—,:,× ОК	+,—0×,: ОД, ВП, ПО НС	+,—,×,:, ПО, ОД, ИК НС	+,—,×,:, ВП, ПО, ОК НС	+,—,×,:, ОД, ВС, ИК, НС	+,—,×,:, ИК ОД, ВС, ИК, НС	+,—,×,:, НС, М, Д ВТ	+,—,×,:, НС, М,Д, ВТ
Разрядность	8	12	12	16	16	16	16	16
Представление чисел	Фиксированная запятая				Естественное			
Индикация	ГРТ	ГРТ	ГРТ	ГРТ	ГРТ	ГРТ	ЭЛТ	ЭЛТ

Примечание. + — суммирование,

— — вычитание,

× — умножение,

: — деление,

ОК — операции с постоянными величинами (константами),

ОД — обратное деление,

ВП — вычисление процентов,

ПО — вычисление процентных отношений,

ИК — извлечение корня,

НС — накопление суммы,

ВС — возведение в степень,

М — вычисление математического ожидания,

Д — вычисление дисперсии,

ВТ — вычисление тригонометрических функций.

Арифметическое устройство включает в свой состав операционные регистры, десятичный сумматор, логические ключи и вспомогательные триггера.

При выполнении операций используется микропрограммный принцип управления. Каждая операция над числами и кодами разделяется на ряд микроопераций, выполняемых отдельными элементами машины в определенной последовательности.

Микрооперация представляет собой элементарное действие, которое выполняет отдельное устройство машины (сдвиг разрядов в регистре, открытие ключа, установка триггера в нулевое положение и т. д.).

Устройство управления предназначается для координации работы отдельных устройств при выполнении определенной команды вычислений, заданной с клавиатуры. Устройство управления вырабатывает серию управляющих сигналов в определенной последовательности, заданной программой решения задачи.

В зависимости от сложности решения каждая команда включает в свой состав определенный набор микропрограмм выполнения отдельных операций (сложение, вычитание, умножение, передача в память и т. д.).

Устройство управления включает в свой состав блоки: управления микропрограммами, переключения микрокоманд, формирования микроопераций, управляющих счетчиков.

Устройства управления различных моделей отличаются друг от друга структурой выполняемых операций, составом команд управления, устройствами ввода и вывода информации и т. д.

Машины старших моделей «Искра-122», «Искра-124», «Искра-125» позволяют подключать автономное программное устройство, использующее ЭКВМ как вычислитель. Кроме того, к такому устройству подключаются автономное оперативное ЗУ, устройство вывода на печать и перфоленту. Из этого набора может быть создана вычислительная система.

ЗУ ЭКВМ предназначается для хранения информации. Для построения ЗУ используются различные типы элементов: ферритовые сердечники и платы, электроннолучевые трубки, ультразвуковые линии задержки и т. д.

В моделях ЭКВМ «Искра» используются ЗУ на магнитострикционных линиях задержки, являющихся разновидностью ультразвуковых линий задержки. Большинство моделей включает в свой состав не более 5 регистров памяти.

Отдельные конструкции ЭКВМ могут использовать в своем составе цифровые печатающие устройства.

§ 23. ТАБЛИЧНЫЕ (ФАКТУРНО-БУХГАЛТЕРСКИЕ) МАШИНЫ

Машины этой группы предназначаются для механизации и автоматизации выполнения вычислительных операций при составлении документов и представляют собой агрегат, состоящий из свя-

занных между собой машин: вычислительной клавишной и печатающей с широкой кареткой.

По своим функциональным возможностям машины этой группы подразделяются на бухгалтерские и фактурные.

Бухгалтерские машины выполняют в основном операции сложения и вычитания, а фактурные — все четыре арифметических действия.

Большинство машин этой группы являются программоуправляемыми машинами, т. е. производят вычисление, распечатку результатов вычислений и передвижение каретки автоматически по заранее заданной программе. Способ задания программы зависит от конструкции машины.

Печать алфавитно-цифровой информации осуществляется вручную с клавиатуры.

При переходе на электронную элементно-технологическую базу построения клавишных машин разрабатываются в основном фактурные машины, так как выполнение операций умножения и деления не вызывает таких больших конструктивных усложнений, как при использовании электромеханического принципа действия.

Бухгалтерские машины по виду алфавита знаков, используемого для записи информации, подразделяются на бестекстовые и текстовые.

Бестекстовые бухгалтерские машины позволяют записывать только цифровые данные, отдельные символы или сокращенные текстовые обозначения. Они подразделяются на: односчетчиковые (СДК-133, АЕСВ, «Аскота-113» и т. д.), имеющие также одноразрядную клавиатуру и многоразрядные и одновременно многосчетчиковые («Оптиматик-900»).

Текстовые бухгалтерские машины позволяют, кроме того, записывать алфавитно-цифровые данные.

К текстовым бухгалтерским машинам относятся получившие широкое распространение машины «Аскота-170» нескольких моделей, «Целлатрон» моделей СР-22, СР-42, СР-42, а также «Аудит», «Оптиматик» и т. д. По своей конструкции они имеют много общего с суммирующими машинами.

Большинство бухгалтерских машин является машинами механического или электромеханического типа, так как выполнение операций умножения и деления требует больших конструктивных усложнений.

Текстовые машины могут выполнять вычислительные операции и печатать документ по программе, которая задается на специальных шинах с помощью специальных упоров и стопсов. Шина крепится к каретке, и при ее перемещении стопсы управляют различными операциями (останов, считывание данных с различных счетчиков, пропуски печати, возврат каретки и т. д.). В машине «Аскота-170» имеется 11 типов стопсов, каждый из которых выполняет различные функции, кроме того, в зависимости от местоположения стопсов их функции отличаются, поэтому программа имеет очень широкие возможности.

Использование подключаемых к машинам умножающих приставок значительно расширяет их возможности. Кроме того, большинство бухгалтерских машин может агрегатироваться с перфораторами и, помимо печати данных, перфорировать их на перфоленту для дальнейшей обработки на ЭВМ.

Принципиальная схема построения бухгалтерских машин совпадает с представленной на рис. 27 блок-схемой ЦВМ.

Разные модели машин отличаются составом счетчиков и их функциональным назначением.

Фактурные машины предназначены для выполнения вычислительных операций и печати документов. По типу элементов, используемых для их построения, фактурные машины подразделяются на электромеханические и электронные.

Электромеханические фактурные машины выполняют три арифметические операции: сложение, вычитание, умножение, а электронные — все четыре арифметические операции. Все фактурные машины являются многосчетчиковыми, что позволяет хранить в процессе решения задач исходные данные и промежуточные результаты.

Операция выполняется автоматически по программе, заданной с помощью шины управления или с помощью стопсов.

Из электромеханических фактурных машин в отечественной практике получили применение ВА-345М, ВА-345П, ФМ-346М, ФМ-346П отечественного производства и «Зоемтрон» класса ФМР, ФМЕ, ФМЕС и т. д.

К электронным фактурным машинам относятся машины типа «Зоемтрон» класса 381, 382, 383, 384, 385, 1320 и отечественные машины «Искра» класса 23, 2301, 2302, 522, 524 и т. д.

Большинство фактурных машин, особенно электронных, включает в свой состав перфоприставки, что позволяет использовать их при подготовке информации для дальнейшей передачи и обработки с помощью ЭВМ. Характеристики ЭФБМ типа «Искра» и «Зоемтрон» даны в табл. 5.

Работу электронных фактурных машин рассмотрим на примере машины «Искра-2301». Блок-схема машины аналогична представленной на рис. 27.

Электронная фактурно-бухгалтерская машина (ЭФБМ) «Искра-2301» включает в свой состав следующие узлы и блоки: оперативное запоминающее устройство, арифметическое устройство (АУ) в виде сумматора-вычислителя, программное полупостоянное запоминающее устройство (ПЗУ), печатающее устройство, перфоратор ленточный, общее устройство управления с пультом управления, блок питания.

Сумматор-вычислитель выполняет четыре арифметических операции (сложение, вычитание, умножение и деление), используется во всех логических операциях, а также при передаче информации в ОЗУ и обратно.

ОЗУ выполнено на ферритовых элементах и состоит из 16 регистров емкостью по 16 десятичных разрядов, включая разряд зна-

Таблица 5

Модель машины	Количество регистров				Емкость разрядов	Тип вводного носителя	Тип устройств вывода	Тип носителя программ
	всего	ввода	оперативных	накопительных				
«Зоемтрон-381»	12	1	3	8	11	КЛ	АПМ, ПЛ	Шина
«Зоемтрон-382»	16	1	3	4—12	11	КЛ	АПМ	Шина
«Зоемтрон-383»	16	1	3	4—12	11	КЛ	АПМ, ПЛ	Шина
«Зоемтрон-384»	16	1	3	4—12	11	КЛ, ПЛ	АПМ, ПК	Шина
«Зоемтрон-385»	16	1	3	4—12	11	КЛ, ПЛ	АПМ, ПЛ	Шина
«Зоемтрон-1320»	16	1	3	4—12	11	КЛ	АПМ, ПЛ	Шина
«Искра-23»	16	1	3	12	15	КЛ, МК	АПМ, ПЛ	ППЗУ планшет
«Искра-2301»	16	1	3	12	15	КЛ, МК	АПМ, ПЛ, МЛ, МК	ППЗУ планшет
«Искра-522»	13	1	12	12	8,12	КЛ	АПМ, ПЛ, МК	ОЗУ
«Искра-524»	17	1	16	16	12	КЛ, ПЛ, МК	АПМ, ПЛ, МК	ОЗУ
«Искра-525»	33	1	32	32	12	КЛ, ПЛ, МЛ	АПМ, ПЛ, МК, МЛ	ОЗУ
«Искра-526»	73	1	72	72	12	КЛ, ПЛ, МЛ, МД	АПМ, ПЛ, МК, МЛ, МД	ОЗУ

Принятые сокращения:
КЛ — клавиатура,
ПЛ — перфолента,
МЛ — магнитная лента,
МК — магнитная карта,
МД — магнитный диск,
АПМ — автоматическая печатающая машинка.

ка. ОЗУ используется для обмена информацией с сумматором в процессе решения задачи. Регистры имеют следующее назначение.

Р0÷Р12 — накопительные, используемые для накопления и хранения информации;

Р13 — вспомогательный, используемый в операциях умножения и деления;

Р14 — входной, в него вводятся числа с клавиатуры;

Р15 — выходной, используемый при выполнении арифметических логических операций, сдвиге, передаче и выдаче цифровой информации на печать.

Программное полупостоянное запоминающее устройство (ППЗУ) предназначается для хранения команд программ. ППЗУ выполнено на съемных пластмассовых планшетах (перфокартах). В состав ППЗУ входит 8 планшетов, на каждом из которых записывается программа на двух линиях, объем команд на одной ли-

нии — 8. Общий объем программы не должен превышать 256 команд, однако машина допускает многократное считывание команд. Заранее составленная программа набирается перед решением задачи путем установки металлических экранов в отверстия планшета, где должна быть запись единиц. После набора программы планшеты устанавливаются в соответствующие блоки ППЗУ.

Печатающее устройство осуществляет автоматическую печать на бумажных документах числовой информации как исходных данных, так и результатов вычислений, а также ручную печать алфавитно-цифрового текста. Устройство выполнено на базе электрофицированной пишущей машинки с широкой кареткой, позволяющей печатать в одной строке до 160 знаков при наборе 92 типов символов. Совмещения операций печати и вычисления нет, во время печати вычислений не производится. Скорость печати — 15 знаков в секунду.

Устройство управления координирует работу всех устройств машины при выполнении программы.

Пульт управления используется как устройство ручного ввода информации, исправления входной информации и содержимого любых регистров, изменения порядка следования команд и индикации состояния машины и отдельных ее узлов. На пульт управления выведены кнопки управления, ввода цифровой информации, а также индикаторы состояния.

Операции электронной фактурной машиной выполняются с помощью программ. В состав программы входят команды различного назначения. Электронный фактурный автомат «Искра» является одноадресной машиной, т. е. при выполнении конкретной команды используется один адрес величины, откуда или куда передается информация. Если при этом производится вычислительная операция, то вторая величина находится в арифметическом устройстве.

Команда включает в свой состав 14 двоичных разрядов, из которых 6 разрядов отводится под код операции и 8 разрядов — на код адреса.

Код операции состоит из кода группы команд и разновидности команды внутри группы. Система команд включает в свой состав 38 команд, разделенных на восемь групп: условный переход, безусловный переход, сложение и вычитание, умножение и деление, передача и сдвиг информации, печать информации, условных знаков и символов, перемещение каретки, модификация адреса.

В каждой группе содержится несколько операций с модификациями. Так, например, сложение имеет 4 модификации, вычитание, умножение, деление, передача также содержат по 4 модификации, отличающихся друг от друга сохранением содержания или гашением регистра, выполнением операций округления и т. д. Код адреса состоит из двух шестнадцатиричных цифр (y и z), имеющих значение, зависящее от вида выполняемых операций.

Код «y» означает, например, номер программной линии при передаче управления, количество сдвигов вправо при умножении, количество сдвигов при делении, количество дробных разрядов, отделяемых запятой при печати и т. д.

Код «z» означает номер шага программной линии при передачах управления, код номера накопительного регистра при арифметических операциях и т. д.

Ввод цифровой информации в машину и вывод ее из машины осуществляются в десятичной системе счисления, арифметические и другие операции выполняются над числами, представленными в двоично-десятичной форме.

Данные на перфорацию выводятся вручную с алфавитно-цифровой клавиатуры со скоростью 10 знаков в секунду или автоматически из выходного регистра цифровой информации со скоростью 75 символов в секунду. При этом к машине может подключаться до двух перфораторов.

§ 24. ТАБУЛЯТОРЫ

Табуляторы являются одним из основных устройств обработки информации в комплекте перфорационных вычислительных машин. Они относятся к программно-управляемым машинам и предназначаются для автоматического восприятия данных с перфокарт, выполнения арифметических операций, а также некоторых логических операций, выдачи необходимой информации на печать.

Табуляторы используют электромеханический принцип работы. Наиболее эффективно выполняются операции сложения и вычитания, операции умножения и деления сводятся к последовательному сложению и вычитанию и занимают много времени.

В отечественной практике получили наибольшее распространение цифровые табуляторы Т-5М и алфавитно-цифровые ТА80-1. Табуляторы могут агрегатироваться для выдачи информации на перфорацию с итоговыми перфораторами ПИ80-1, перфораторами считывающими ПС80-1, перфораторами-репродукторами ПР80-1. Для агрегатирования с табуляторами разработаны электронные вычислительные приставки ЭВП-1, которые позволяют производить операции умножения и деления.

Принцип работы табулятора рассмотрим на примере табулятора Т-5М (рис. 31). Принципиальная схема его работы приведена на рис. 32.

Табулятор включает в свой состав устройства ввода информации с перфокарт, вывода информации (печати) и управления, счетчики, выполняющие совмещенные функции арифметического и запоминающих устройств, систему привода.

Все механизмы машины приводятся в действие от электродвигателя. Работа всех движущихся элементов синхронизирована электромеханической системой кулачков главного вала. Эта система имеет кулачки строго определенной конфигурации, определен-

ного профиля, замыкающие элементы электрической цепи на определенное время. Система кулачков главного вала выдает набор импульсов определенной длительности, необходимых для управления всеми узлами машины.

Устройство ввода автоматически подает перфокарты, воспринимает данные с них и укладывает перфокарты после обработки. Устройство включает в состав механизмы подачи перфокарт, восприятия данных и приема обработанных перфокарт.

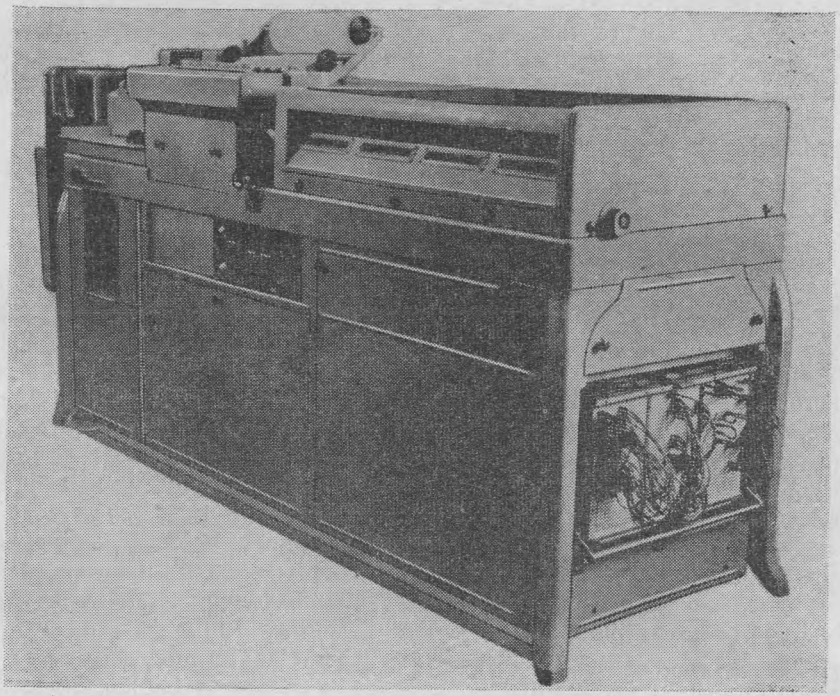


Рис. 31. Табулятор Т-5М

Управление работой табулятора осуществляется с помощью коммутационной доски, переключателей на переднем щитке управления и кнопок. С помощью этих устройств составляется программа автоматической обработки данных по одной перфокарте или группе их. Кроме того, в систему управления входят релейные селекторные схемы. Управление ими, а также контактная система всех реле, гнезда управления всеми основными механизмами и устройствами, а также гнезда, используемые для передачи данных от одних устройств к другим, включая восприятие, вычисление, выдачу на печать и перфорацию, выведены на коммутационную доску.

В работе табулятора различают следующие виды ходов:

карточные ходы, во время которых происходит подача перфокарт, восприятие данных с них, вычисления и печать;

промежуточные ходы, во время которых может производиться, в зависимости от настройки, передача числа из одного счетчика в другой с одновременным выполнением вычислительных операций сложения и вычитания, печать результатов, гашение счетчиков и т. п.;

холостые ходы, используемые для итоговой перфорации, работы интервального аппарата, печати. Карты в табулятор при холостом ходе не подаются.

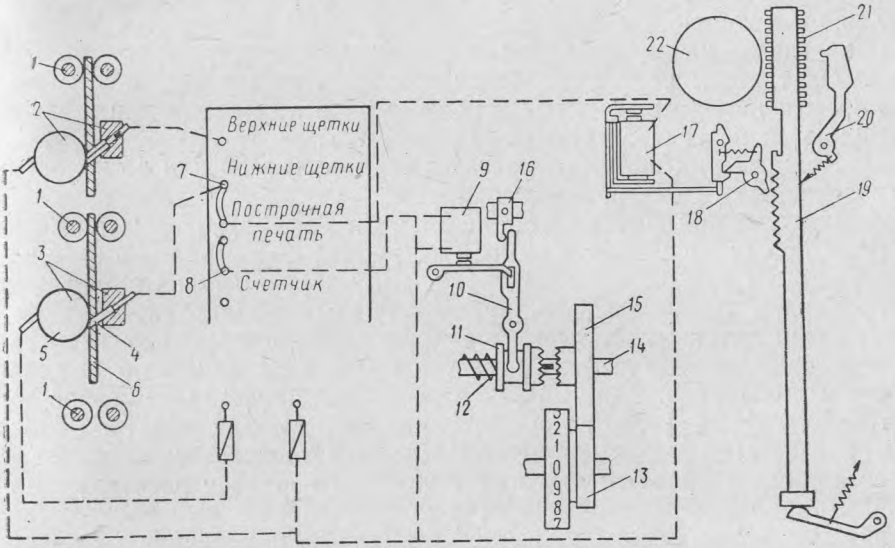


Рис. 32. Принципиальная схема работы устройств табулятора

При переходе с карточных ходов на промежуточные используется контрольный аппарат, который сравнивает определенные признаки в идущих друг за другом картах.

Если пробивки на перфокартах совпадают, то выполняются карточные ходы. При поступлении под верхние щетки перфокарт с другим признаком контрольный аппарат переключает табулятор на промежуточные ходы. Контрольный аппарат позволяет контролировать 20 разрядов. Контролируемые признаки подразделяются на три группы: частные, промежуточные и общие.

Система управления предусматривает в зависимости от типа решаемой задачи и вида табуляграммы выполнение следующих режимов работы: «На печать», «На итог».

В первом случае записывается показание каждой перфокарты и итоги по группам, во втором — признаки с первой перфокарты и итоги подсчетов массива в зависимости от признака.

Подающий механизм предназначается для равномерной подачи перфокарт в машину. Перфокарты двигаются сверху вниз. В подающий карман карты закладываются девятыми позициями вниз.

Воспринимающий блок (см. рис. 32) включает в свой состав два ряда щеток *4*, нижние *3* и верхние *2*, а также контактные валики, которые включены в электрическую цепь. Выходы щеток выведены на коммутационную доску.

Движение перфокарты *6* по тракту устройства ввода происходит за 5 картоходов. На первом ходе карта отделяется от массива и через щель и транспортные валики *1* подается к верхним щеткам. На втором ходе карта проходит между верхними щетками и контактным валиком *5*. При наличии пробивки на определенной позиции в соответствующей колонке замыкается контакт и на гнезде коммутационной доски появится импульс.

На третьем ходе перфокарта движется между контактным валиком и нижними щетками и появившиеся позиционные импульсы подаются на гнезда «Нижние щетки» (*7*).

Каждый ряд щеток включает в свой состав 80 или 45 колонок, в зависимости от типа перфокарты.

Нижний ряд щеток обычно считывает данные, которые применяются при вычислениях. Совместная работа обоих рядов щеток используется при работе с контрольным аппаратом для улавливания признаков в двух идущих друг за другом перфокартах.

Вычислительные операции производятся с помощью электромеханических счетчиков. Табулятор имеет 8 счетчиков по 11 десятичных разрядов. Каждый разряд счетчика представляет собой самостоятельный узел, который может связываться электроцепями с различными входными и выходными устройствами, а также с соседними разрядами этого счетчика при передаче десятков.

Управление работой счетчика производится тремя электромагнитами: включающим *9*, выключающим *16* и передачи десятков.

Конструктивно счетчик состоит из механической части и электромеханической головки счетчика. Механическая часть включает в себя набор шестерен и муфт, соединенных с цифровым колесом *15*. Она воспринимает данные и выполняет арифметические операции. Электромеханическая головка используется при считывании результатов решения для печати или передачи в другие счетчики. Восприятие данных происходит при движении перфокарты в механизме подачи девятой позицией вперед. В начальном состоянии счетчик стоит на «0». На определенной позиции цепь в воспринимающем механизме замыкается, и импульс тока с нижних щеток подается на включающий электромагнит *9*. Этот электромагнит с помощью рычагов механической системы *10, 12, 14* подключает колесо *15* данного разряда счетчика к вращающейся с определенной скоростью муфте *11*. Отключается муфта синхронно с нулевой позицией. Таким образом счетчик поворачивается на угол, пропорциональный позиции, считанной с перфокарты. Колесо данного разряда *13*, выведено в окошечко счетчиков.

Перед сложением в счетчике записано какое-то число. При

выполнении операции сложения колесо поворачивается аналогичным образом, кроме того, при переходе его с девятой на нулевую позицию срабатывает так называемый десяточник, который с помощью электромагнита передает импульс на передачу единицы в соседний старший разряд. Вал счетчика движется все время в одном направлении. Вычитание производится в виде сложения в дополнительном десятичном коде. Работа электромагнитов производится в обратной последовательности. Включающий электромагнит срабатывает на девятой позиции и выключается на позиции значащей цифры. Таким образом, в каждом разряде к числу, находящемуся в счетчике, добавляется недостающее число до 9, а в последнем разряде — до 10.

Пример.

115	115	115	115
− 74	+ 926	− 76	− 924
41	041	39	039

В зависимости от коммутации в операции может участвовать любое количество счетчиков и их частей в различных сочетаниях.

При специальной настройке можно производить операции умножения и деления, однако это неудобно, так как применение специальных настроек табулятора уменьшает емкость счетчиков и скорость счета очень мала (120 ходов в минуту), а каждый ход используется для выполнения одного действия сложения или вычитания. Поэтому для повышения скорости вычислений используется электронная вычислительная приставка ЭВП-1, которая производит умножение и деление. Эти операции она выполняет в промежутке между считыванием двух перфокарт. Настройка на работу осуществляется путем коммутации на доске табулятора и переключателей на приставке.

Электронная приставка может умножать числа, у которых разрядность множимого не превышает восьми разрядов, а разрядность множителя — шести разрядов, разрядность произведения составляет 14 разрядов. Деление производится с числами, разрядность которых не превышает 6 разрядов.

Печатающий механизм состоит из семи секций, каждая из которых включает для записи 11 цифр, кроме того, 6 секций позволяют печатать по 3 дополнительных символа. Печатающий механизм может печатать данные двумя цветами: черным и красным. Цвет выбирается в зависимости от характера входных и выходных данных. Секции печатаются в такой последовательности: VII, I, II, III, IV, V, VI. Каждый разряд печатающего механизма имеет электромагнит *17,* систему валиков и шестерен, печатающую штангу *19* и молоточки *20,* а также систему рычагов предварительной и окончательной установки. На штанге с одной стороны выгравированы цифровые и знаковые литеры *21.* Печать производится следующим образом. Штанга *19* поднимается вверх синхронно с позициями движения перфокарты. На одной из позиций от импульса

тока, поступившего от коммутационной доски срабатывает электромагнит, находящийся в магнитном ящике, который с помощью механической системы *18* останавливает штангу на определенной высоте. В этом случае напротив бумагоопорного валика будет находиться литера цифры, соответствующая определенной позиции перфокарты или значению цифры счетчика. После нулевой позиции срабатывает механизм печати: молоточки ударяют по литерам, и цифры оттискиваются на бумагу. Печатается одновременно вся строка табуляграммы.

Интервал подачи бумаги на печать выбирается с помощью интервального автомата. В обычном режиме он обеспечивает подачу бумаги на 1, 2, 3 интервала. При специальной настройке интервальный автомат позволяет подавать бумагу на любое количество строк, но не больше 100. При этом интервальный автомат может вмешиваться в работу системы управления табулятором, останавливать его и пускать. Интервал выбирается с помощью соответствующей коммутации на интервальном автомате и коммутационной доске.

Для перфорации результатов решения задачи на перфокарты используется один из следующих агрегатов: итоговый перфоратор, считывающий перфоратор, перфоратор-репродуктор.

Управление последовательностью всех операций и передачей информации между различными узлами машины производится с помощью коммутационной доски.

Коммутационная доска состоит из набора гнезд, включает 60 строк и 33 столбца. Для того чтобы найти необходимое гнездо, используют координатную сетку, включающую строки и столбцы гнезд.

В укрупненном плане коммутационную доску можно разделить на две части: управляющую и информационную. На управляющей части выведены гнезда управления всеми узлами и устройствами машины, на информационной части производится коммутация передачи информации из одного устройства в другое.

§ 25. ЭЛЕКТРОННЫЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ПЕРФОРАТОР ЭВП «РУТА»

Электронные вычислители входят в состав комплекта перфорационных машин и предназначаются для выполнения многократно-повторяющихся несложных вычислений, включающих в себя основные арифметические действия (сложение, вычитание, умножение и деление) и некоторые логические операции (округление, сравнение и т. д.).

Как и в других перфорационных машинах, ввод данных осуществляется с помощью перфокарт, вывод результатов решения производится так же на перфокарты, может осуществляться ввод одновременно с нескольких перфокарт.

Принцип работы электронных вычислителей рассмотрим на примере электронного вычислительного перфоратора ЭВП-80-2 («Рута»), блок-схема которого представлена на рис. 33.

Электронный вычислительный перфоратор состоит из двух устройств: электронного перфоратора-репродуктора ЭПР80 («Рута») и электронного вычислителя ЭВП-В («Рута»).

Электронный вычислитель предназначается для выполнения арифметических и логических операций в соответствии с заданной программой.

Электронный перфоратор-репродуктор предназначается для восприятия данных, находящихся на перфокартах, передачи их в вычислитель, перфорации результатов решения на перфокарты, контроля перфорации данных. Кроме того, в автономном режиме перфоратор может выполнять операции дублирования и репродукции перфокарт.

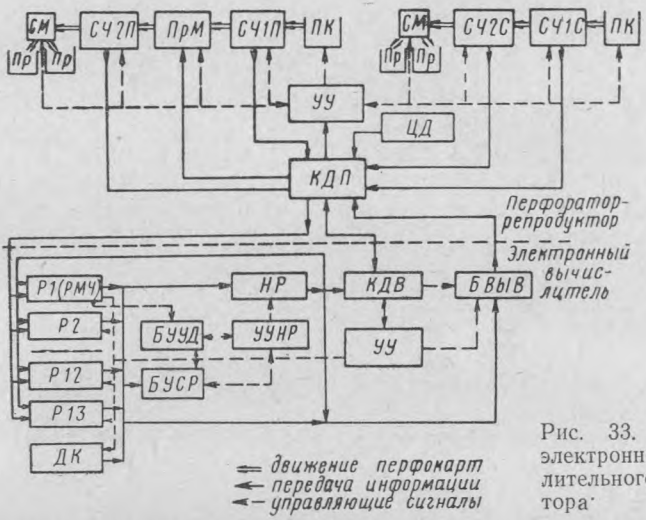


Рис. 33. Блок-схема электронного вычислительного перфоратора

Исходные данные в соответствии с макетом перфорации заносятся на перфокарту. Макет перфорации составляется в соответствии с техническими возможностями машины. Цифровые данные заносятся на 80-колонную перфокарту в десятипозиционной системе, отрицательный знак числа перфорируется на одиннадцатой позиции над младшим разрядом числа. Кроме того, пробивка на 11-й позиции может использоваться для управления работой машины как перфоратора, так и вычислителя. Пробивка на 12-й позиции используется только для управления машиной.

Перфокарты закладываются в подающие карманы перфораторов 12-й позицией вперед. Двигаются они широкой стороной вперед, и поэтому данные с них считываются одновременно со всех колонок. Считывание производится в десятичной системе, т. е. в виде импульса на определенной позиции.

Устройства восприятия данных связаны с коммутационной доской, на которой коммутируется передача данных в регистры оперативной памяти электронного вычислителя.

Устройство ввода-вывода информации имеет два механизма, два тракта движения перфокарт — считывающий и пробивной. В каждом тракте содержится по два воспринимающих блока (первый и второй). Первые блоки используются при считывании данных и передачи их в вычислитель, вторые — при управлении раскладкой перфокарт.

В каждом тракте имеется один подающий карман, в который закладываются карты с исходными данными, и два приемных кармана. Управление раскладкой перфокарт — от коммутационной доски. В состав тракта пробивного механизма входит механизм перфорации, располагающийся между первым и вторым воспринимающими блоками.

Каждая операция с перфокартой во время ее движения по тракту (подача, считывание, пробивка, раскладка) составляет один цикл работы перфоратора.

В тракте пробивного механизма движение перфокарты составляет пять циклов, в считывающем — четыре. Первые два цикла совпадают. После второго цикла, в начале третьего, обрабатываются данные, считанные с перфокарт, в обоих трактах.

Рассмотрим движение перфокарт в пробивном механизме.

Первый цикл — подготовительный. Во время этого цикла перфокарта отделяется от массива и подводится к первому воспринимающему блоку.

Второй цикл — цикл восприятия. Карта проходит через первый воспринимающий механизм. Исходные данные, записанные на ней, считываются и передаются в регистры оперативной памяти вычислителя и при необходимости — в схему управления вычислителем и перфоратором.

После восприятия данных при этом цикле и до 11-й позиций следующего цикла в вычислителе производятся вычисления в соответствии с заданной программой.

Третий цикл — цикл перфорации результатов. Карта проходит под пробивными механизмами блока перфорации, и результаты вычислений перфорируются на определенных позициях в десятичном виде.

Четвертый цикл — цикл контроля. Во время этого цикла перфокарта проходит через второй воспринимающий блок. Считываемые данные, как исходные, так и полученные в результате вычислений, используются во время следующего цикла для управления раскладкой перфокарт.

Пятый цикл — цикл откладки. В зависимости от различных признаков перфокарты откладываются в один из двух приемных каналов.

В считывающем тракте из-за отсутствия пробивного механизма перфокарты двигаются на один цикл меньше.

Очередность подачи перфокарт в каждом механизме определяется коммутацией на доске перфоратора. Возможны различные варианты подачи перфокарт каждым механизмом и их совокупностью.

В простейшем случае карты движутся непрерывно в обоих трактах, производятся считывание данных с двух перфокарт и перфорация на перфокарте, движущейся по тракту пробивного механизма.

Если возникла необходимость отперфорировать результат на другой перфокарте, то через пробивной механизм пропускают чистые карты, а через считывающий — перфокарты с исходными данными.

Используя различные управляющие признаки, можно задать прерывистую подачу перфокарт в каждом механизме, накапливать данные с нескольких перфокарт и перфорировать их результат на последней карте заданного массива или на чистой карте, увеличивать время вычислений и т. д.

Различные признаки, заданные на перфокартах или полученные в результате вычислений, могут быть использованы для исключения перфорации, раскладки перфокарт в обоих механизмах и т. д.

Кроме исходных данных, записанных на перфокартах, программным путем могут вводиться постоянные признаки от специальных датчиков перфоратора и вычислителя.

Исходные данные воспринимаются устройствами ввода перфоратора и подаются в регистры оперативной памяти вычислителя.

Электронный вычислитель включает арифметическое устройство, оперативную память на регистрах, устройство управления (УУ), блок вывода (БВыв).

Арифметическое устройство предназначено для выполнения арифметических и некоторых логических операций. В его состав входит сумматор — накапливающий регистр (НР), блок управления умножением и делением (БУУД), блок управления сдвигом разрядов (БУСР), схема управления накапливающим регистром со счетчиком сдвига (УУНР), датчик констант (ДК).

Система команд ЭВ включает следующие арифметические и логические операции: сложение, вычитание, сдвиг и округление, сдвиг влево, изменение порядка, умножение, умножение с минусом, полное умножение, деление, деление и гашение остатка. Результаты всех операций собираются в накапливающем регистре и могут быть использованы в следующей операции. Этот регистр не имеет входа от перфоратора, что позволяет накапливать данные, полученные при обработке нескольких перфокарт.

Система команд ЭВ одноадресная, т. е. указывается адрес одного числа, одного операнда, участвующего в операции. При этом предполагается, что используемая во всех арифметических и логических операциях, кроме операций умножения и деления, вторая величина (второй операнд) находится в накапливающем регистре. В операциях умножения и деления постоянным адресом является первый регистр, который называется регистром множителя-частного (РМЧ). Умножение и деление выполняются под управлением специальных блоков управления умножением и делением (БУУД) и сдвигом разрядов (БУСР). Результат этих операций

прибавляется (вычитается) к числу, находящемуся в НР. Сдвиг числа производится в НР под управлением БУСР.

Датчик констант вырабатывает одноразрядные десятичные числа, которых нет в составе исходных данных, поступающих с перфокарт. Арифметические и логические операции в ЭВ производятся над десятичными числами с учетом знака числа. После восприятия данных позиционный десятичный код преобразуется в машинный код. Для повышения надежности вычислений в данной машине используется в качестве машинного кода двоично-десятичный код с избытком 3.

Оперативная память машины предназначается для хранения исходных данных, промежуточных и окончательных результатов решения задачи.

В качестве оперативной памяти в электронном вычислителе используются 13 быстродействующих регистров различной емкости (Р1÷Р13). Общая емкость памяти составляет 58 разрядов. Все регистры имеют по одному двоичному разряду для хранения знака числа.

Память между регистрами распределяется следующим образом:

Номер регистра	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Разрядность	8	8	5	3	5	3	5	3	5	3	1	1	8

Восьмиразрядные регистры являются базовыми. Регистры меньшей емкости могут объединяться в группы до 8 разрядов в следующих комбинациях: 5—3, 5—1, 5—1—1, 3—3, 3—3—1, 3—3—1—1, 3—1, 2—1—1, 1—1 (цифры указывают разрядность объединяемых регистров). Объединение производится на коммутационной доске вычислителя. При объединении регистры разделяются на основные и дополнительные.

Основной регистр содержит младшие разряды и знак числа, дополнительные — старшие разряды числа. При объединении регистров разной емкости основным является регистр большей емкости. При объединении регистров одинаковой емкости основным может быть любой из регистров.

По своим функциям регистры отличаются друг от друга.

Регистр 1 используется при операциях умножения и деления. Схема управления этими операциями автоматически связана с этим регистром. Перед умножением в него заносится множитель, при делении в него автоматически заносится частное.

Ввод информации с перфокарт возможен во все регистры, кроме 13-го и НР. Соответственно каждый разряд этих регистров выведен на коммутационную доску перфоратора.

Результаты решения выводятся на перфокарты из накапливающего регистра и двух регистров памяти в количестве 25 разрядов. Схема управления выводом от регистров коммутируется на

коммутационных досках вычислителя (КДВ) и перфоратора (КДП).

Использовать одни и те же регистры для ввода и вывода нельзя, так как эти операции совмещены во времени, т. е. при вводе данных с одной перфокарты на другую перфокарту данные выводятся.

Устройство управления электронного вычислителя управляет последовательностью выполнения операций. Программа может включать до 36 команд.

Программный блок устройства управления обеспечивает заданную последовательность перехода от одной программной ступени, от младшей к старшей.

Если в составе программы используется команда «Стоп», то программа останавливается раньше, не доходя до 36 ступени.

Если команда «Стоп» отсутствует, то вычисления автоматически прекращаются после выполнения 36-й программной ступени и производится переход к вводу данных со следующей перфокарты.

Цикл выполнения операций вычислителем составляет 2,3 позиции движения перфокарты. Это также накладывает ограничение на объем вычислений. Продолжительность одной элементарной операции (сложение, вычитание) — 400 микросекунд. Операции умножения, деления и сдвига требуют большего времени.

Последовательность выполнения команд изменяется специальными командами условного и безусловного перехода, которые нарушают естественный порядок выполнения команд и позволяют перейти к выполнению определенной программной ступени в зависимости от результата выполнения предыдущей ступени, содержания накапливающего регистра. Накапливающий регистр на каждой ступени выдает один из трех признаков: равно нулю, больше нуля, меньше нуля. Эти признаки используются при коммутации условного перехода. Операция безусловного перехода не связана с выполнением каких-либо условий. В одной программе не может быть более 4 переходов.

При переполнении накапливающего регистра и регистра множителя-частного, при ошибках работы арифметического устройства, а также при ошибке программирования, состоящей в том, что программа не может закончиться в отведенное время, из вычислителя поступает сигнал, который может быть использован для управления перфоратором.

Изменять последовательность программы можно также в зависимости от признаков, пробитых на перфокартах. Для этого используются селекторы вычислителя, контактная система которых выведена на коммутационную доску вычислителя, а схема включения — на коммутационную доску перфоратора.

Электронный вычислитель может влиять на возможность управления работой перфоратора в зависимости от результатов вычисления. Для этой цели предусмотрены специальные команды «Передачи управления управляющим тиратроном (УТ)». Услови-

ем, используемым для передачи управления, является значение признака, вырабатываемого накапливающим регистром.

Программа вычислений набирается с помощью шнуров на коммутационной доске вычислителя. Коммутационные гнезда на доске объединены в несколько зон в зависимости от назначения.

Ввод данных в регистры коммутируется только на доске перфоратора, на доске вычислителя никакой коммутации не производится.

Вывод данных из накапливающего регистра коммутируется также только на доске перфоратора, на которую выведены разряды данного регистра. Кроме того, предусматривается возможность вывода значений двух регистров на перфокарты. Регистры, из которых выводятся данные для перфорации, выбираются на коммутационной доске вычислителя.

На коммутационную доску перфоратора выведены только разряды двух регистров, которые используются при коммутации вывода.

Коммутировать ввод и вывод информации с использованием одних и тех же регистров нельзя, так как эти процедуры выполняются одновременно.

ГЛАВА VI. ЭЛЕКТРОННЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ (ЭВМ)

§ 26. ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ЭВМ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

Электронные вычислительные машины с программным управлением получили в настоящее время широкое распространение в различных сферах человеческой деятельности. Темпы развития этих машин растут с каждым годом, сфера их применения также быстро расширяется.

Идея создания вычислительной машины с программным управлением принадлежит английскому математику Чарльзу Бэббиджу, который высказал ее еще в 1833 г. Однако в то время не было необходимой элементной базы, и попытка создать подобную машину на механических элементах не увенчалась успехом.

Первая универсальная вычислительная машина была построена на релейных элементах. Это была машина «Марк-1», которая управлялась от перфоленты. Затем была создана машина «Марк-2». Однако ненадежность реле затруднила конструирование машин подобного типа.

Первая электронная вычислительная машина была построена в 1942—1945 гг. в США в Пенсильванском университете. Это была машина ЭНИАК. Она содержала 18 тыс. ламп и могла производить вычисления со скоростью 5000 операций в секунду. Программа вычислений набиралась с помощью многочисленных коммутационных досок и переключателей. Поэтому подготовка программы и исходных данных занимала так много времени, что решение задачи на такой машине давало небольшой выигрыш по сравнению с ручным счетом.

В 1945 г. Дж. Нейман предложил использовать запоминающее устройство для хранения программ и исходных данных. Первая машина подобного типа — ЭВМ СЕАК, созданная в 1948 г.

Первая отечественная электронная вычислительная машина создана в 1951 г. под руководством академика С. А. Лебедева в Киеве в Институте математики

АН УССР. Эта машина получила название МЭСМ (малая электронная счетная машина).

В 1953 г. разработана также под руководством С. А. Лебедева машина БЭСМ (большая электронная счетная машина), которая выполняла около 10 тыс. операций в секунду.

За тридцать лет ЭВМ прошли четыре этапа своего развития, которое заключалось в совершенствовании элементно-технологической базы, структуры машин и организации взаимодействия отдельных устройств, а также состава, структуры и характера использования математического обеспечения работы ЭВМ. Элементная база машин менялась почти каждое десятилетие.

Первые машины или машины первого поколения выпускались на электронных лампах. К ним относятся ЭВМ типа «Урал-1», «Минск-1», «Стрела» и т. д.

На смену им в 60-х годах стали выпускаться вычислительные машины второго поколения на полупроводниковых приборах. К ним относится большинство существующих ЭВМ («Урал-11», «Урал-16», «Минск-22», «Минск-32», «Раздан-2», «Раздан-3», М-20, М-220, БЭСМ-3, БЭСМ-6 и т. д.). Эти машины имеют лучшие характеристики, чем машины первого поколения, меньшие габариты, менее чувствительны к внешним условиям, требуют меньших затрат энергии и соответственно меньше нагреваются. Структура их более гибкая, чем у машин первого поколения, скорость выполнения операций значительно выше. Так, например, скорость выполнения операций ЭВМ БЭСМ-6 достигла 1 млн. операций в секунду.

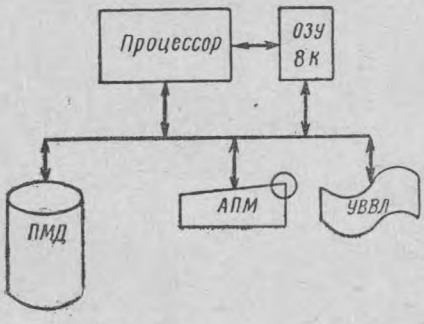


Рис. 34. Состав базового комплекта ЭВМ ЕС-1010

Основные недостатки отечественных машин второго поколения — их информационная и математическая несовместимость.

Информационная несовместимость этих машин состоит в том, что способ представления данных и организация их в машине отличались настолько, что при решении одной и той же задачи на машинах разного типа приходилось полностью дублировать подготовку данных, начиная от организации массивов и кончая перфорацией исходных данных и программ на машинные носители.

Программная несовместимость машин состоит в том, что структура и состав команд, способ их записи отличались настолько, что программа решения одной задачи, составленная в кодах одной машины, например для «Урал-16» была непригодна для другой машины, например для «Минск-32».

Возникла необходимость составления новой программы той же задачи для другой машины.

В настоящее время произведена стандартизация и унификация отечественных машин и их отдельных устройств. Выпускаются ЭВМ трех типов, каждый из которых предназначается для решения задач определенной направленности (управление технологическими процессами, решение математических, информационных и экономических задач).

Основу машин третьего поколения, ее элементную базу составляют микромодульные интегральные элементы (схемы) — ИС. Они способствуют широкому структурному и функциональному развитию машин. Вследствие этого резко возросла производительность машин, сократились габариты и потребляемая мощность, повысилась надежность их работы.

По сравнению с машинами первого и второго поколений в машинах третьего поколения значительно изменилась их структура и принцип организации процесса ввода-вывода информации и выполнения операций. Современные вычислительные машины позволяют подключать одновременно большое количество (несколько сот) устройств ввода и вывода информации, имеющих различную скорость работы, разный способ представлений информации. При этом допус-

кается возможность одновременной работы нескольких устройств и дистанционная обработка информации.

Большим достоинством ЭВМ третьего поколения является их программная совместимость и использование нового принципа управления последовательностью работы устройств.

Для этих машин разрабатывается принципиально новая система математического обеспечения, включающая программы стандартных операций и задач, трансляторы с различных алгоритмических языков, операционные системы и т. д., что позволит значительно сократить затраты на программирование, автоматизировать процесс выполнения операций, распределения работы между от-

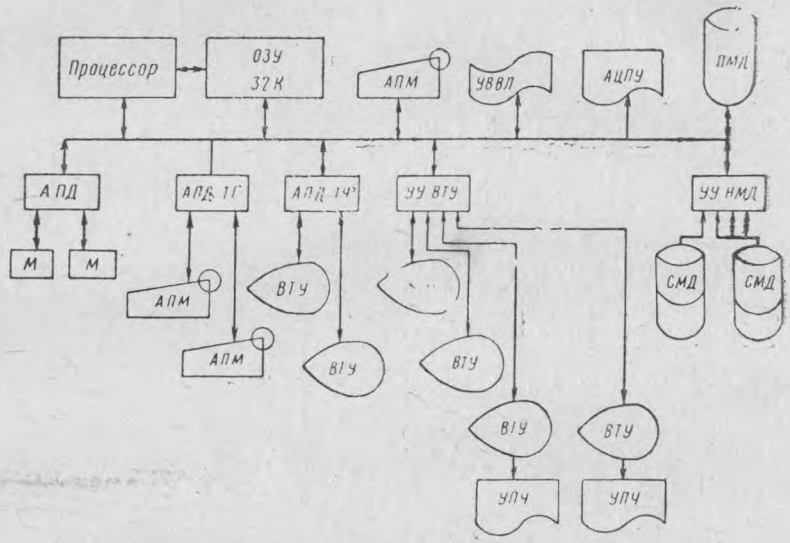


Рис. 35. Состав расширенного комплекта ЭВМ ЕС-1010:

АПД — аппаратура передачи данных; М — модем; АПД ТГ — аппаратура передачи данных по телеграфным каналам; АПД ТФ — аппаратура передачи данных по телефонным каналам; АПМ — автоматическая пишущая машинка; ВТУ — видеотерминальные устройства; УУ ВТУ — устройство управления ВТУ; УПЧ — устройство печати; СМД — сменные магнитные диски; УУ НМД — устройство управления накопителей на магнитных дисках; АЦПУ — алфавитно-цифровое печатающее устройство

дельными устройствами при решении одновременно одной или нескольких программ. Система математического обеспечения этих машин является неотъемлемой их частью и стоимость ее составляет почти половину стоимости машины.

Изменился также принцип комплектации машин отдельными устройствами. Каждый тип ЭВМ включает комплект устройств определенного назначения: процессоры (вычислители), блоки оперативной и внешней памяти, устройства ввода и вывода информации и т. д. Из этого комплекта можно, начиная с минимального, комплектовать ЭВМ устройствами, различными по номенклатуре и количеству в зависимости от необходимости. Так, например, на рис. 34 представлена базовая (минимально-выпускаемая) конфигурация ЭВМ ЕС-1010, включающая в свой состав процессор, оперативное ЗУ на 8 килобайтов, накопитель на постоянном магнитном диске (ПМД), устройство ввода-вывода информации на перфоленте (УВВП), пультовую пишущую машину (АПМ). На рис. 35 представлен один из вариантов расширенной конфигурации этой же ЭВМ, имеющий значительно больший состав устройств по сравнению с базовой конфигурацией.

Основными типами ЭВМ, используемыми для разработки АСУ, является ЭВМ Единой системы, разрабатываемая содружеством социалистических стран, и машины серии АСВТ.

В состав Единой системы ЭВМ входит семейство программно-совместимых машин: ЕС-1010, ЕС-1020, ЕС-1021, ЕС-1030, ЕС-1040, ЕС-1050, имеющих скорость обработки информации от 10 тыс. до 2—3 млн. операций в секунду. Характеристики ЭВМ Единой системы представлены в табл. 6.

ЭВМ ЕС — машины третьего поколения, реализованные на микроэлектронной элементной базе — интегральных схемах. Все эти машины имеют единую структурную, конструкторско-технологическую и элементную базу, совместимое программирование, унифицированный состав внешних устройств.

ЭВМ четвертого поколения в качестве элементной базы используют большие интегральные схемы (БИС) с высокой степенью интеграции функций, выполняемых отдельными элементами, а также интегральные носители информации в запоминающих устройствах. Если в машинах третьего поколения используются электромеханические устройства ввода-вывода информации, то для ЭВМ четвертого поколения разрабатываются также устройства ввода-вывода на электронной основе, получают дальнейшее распространение режимы работы с разделением времени, дистанционного диалога и т. д.

ЭВМ классифицируются по различным признакам: назначению, мощности, организации выполнения команд, организации вычислительного процесса, адресности, кругу решаемых задач, способу выполнения команд и т. д.

По назначению ЭВМ подразделяются на управляющие и информационные (управляющие машины предназначаются в основном для управления технологическими процессами и включают в свой состав блоки согласования с датчиками; информационные машины используются в системах обработки информации); *по мощности выполнения задач* — на малые, средние, большие и сверхмощные; *по кругу решаемых задач* — на универсальные и специализированные; *по типу основных элементов* — на ламповые, полупроводниковые, интегральные, пленочные.

Основные характеристики ЭВМ — адресность, разрядность, используемая система счисления, способ представления чисел и команд, быстродействие, объем ЗУ, порядок выполнения операций и т. д.

От этих характеристик зависят логическая схема вычислительной машины и методы составления программ.

Адресность определяет количество адресов, используемых при выполнении одной операции. Адресом называется номер ячейки памяти, в которой записана команда или число. По этому признаку все ЭВМ делятся на: одно-, двух-, трехадресные, многоадресные (с переменной адресностью), безадресные. Форматы команд ЭВМ различной адресности представлены на рис. 36.

Адресная часть команды одноадресных вычислительных машин содержит один адрес. При этом предполагается, что второй операнд, вторая величина, с которой производится операция, находится в арифметическом устройстве. Результат операции оста-

Таблица 6

Характеристики	ЕС-1010	ЕС-1021	ЕС-1020	ЕС-1030	ЕС-1040	ЕС-1050	ЕС-1060
Среднее быстродействие, тыс. операций в секунду	10	25÷45	20	100	320	500	2000
Время выполнения основных операций, мкс	Специальный набор команд						
Короткие операции		15	20÷30	5÷8	0,9+1,8	1	0,5
Сложение-вычитание с ПЗ		—	50÷10	10÷16	2,6÷3,5	1,4—2,4	0,5
Умножение	Программная интерпретация операций	80—120	220—350	35	5,5—13,1	2—2,4	1
Умножение двойных слов			1200	60	12	12	1,5
Формат слов (в байтах): полуслово — слово — двойное слово	2—4	2—4—8	2—4—8	2—4—8	2—4—8	2—4—8	2—4—8
Форма представления чисел	ФЗ, ПЗ	ФЗ	ФЗ, ПЗ	ФЗ, ПЗ	ФЗ, ПЗ	ФЗ, ПЗ	ФЗ, ПЗ
Емкость ОПП, килобайт	8—64	16—64	64—256	128—512	128—1024	256—1024	256—2048
Цикл обращения ОПП, мкс	1	1,5	2,0	1,25	1	1,25	0,6
Мультиплексный канал							
Количество подканалов	128	16	48—128	128	192	192	192
Скорость, килобайт/с	40	35—220	16	200—300	670	670	670
Количество селекторных каналов	1	2	2	3	6	6	6
Скорость передачи по СК килобайт/с	240	250	300	600	1200	1300	1300
Принцип управления		Микропрограммное управление				Жесткое управление	
Занимаемая площадь	20	50	50	110	200	250	250

ется в АУ. К одноадресным вычислительным машинам относятся ЭВМ семейства «Урал».

При выполнении операции двухадресными ЭВМ используется два адреса. Результат операции также находится в арифметическом устройстве и может использоваться в следующей операции. В этой связи система команд двухадресных машин обладает большим разнообразием, чем одноадресных. Число вариантов операций значительно больше, чем у одноадресных машин. К двухадресным вычислительным машинам относятся машины типов «Раздан-2», «Раздан-3», «Минск-22», «Минск-32», «Днепр-21».

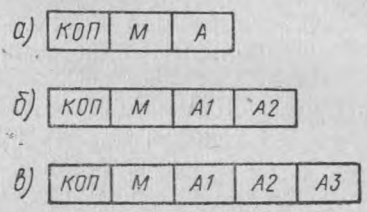


Рис. 36. Форматы команд ЭВМ:
а — одноадресные; б — двухадресные; в — трехадресные; КОП — код операции; М — модификация; А, А1, А2, А3 — адреса ячеек памяти

В ряде вычислительных машин предусматривается направление результата операции по отдельным типам команд по второму адресу.

Адресная часть кода команды трехадресной вычислительной машины содержит три адреса. По двум адресам выбираются из оперативного ЗУ содержимое операндов, над которым производится необходимая операция. Результат операции направляется по третьему адресу. К трехадресным вычислительным машинам относятся семейство машин БЭСМ-3, БЭСМ-4, М-220, М-20, М-222 и т. д.

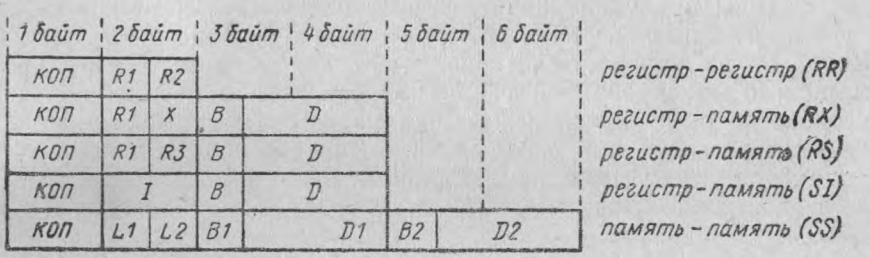


Рис. 37. Форматы команд ЭВМ Единой системы:
R1, R2, R3 — адреса регистров; *X* — адрес индексного регистра; *B, B1* — регистр базы; *D1, D2* — регистры смещения; *L1, L2* — длина операнда; *I* — непосредственный операнд

Адресная часть вычислительных машин с переменной адресностью не имеет фиксированного числа адресов. В состав команды включается необходимое число адресов, которое варьируется в нужных размерах. Такое использование адресов позволяет исключить «лишние» такты, что естественно повышает производительность вычислительных машин данной конструкции по сравнению с другими. Особенность структуры команд таких вычислительных машин состоит в том, что код команды содержит

признак адресности. Форматы команд ЭВМ ЕС, имеющих переменную адресность, представлены на рис. 37.

Устройство управления таких вычислительных машин имеет не постоянный цикл работы, а переменный, т. е. вырабатывает в зависимости от признака нужное число тактов и превращает машину на период выполнения конкретной команды в одноадресную, двухадресную, трехадресную, четырехадресную и т. д.

К безадресным вычислительным машинам относятся машины со специальным видом памяти, с так называемой магазинной памятью (стэковой). Обычные вычислительные машины имеют ЗУ с произвольным доступом к какой-либо ячейке в зависимости от адреса. Стэковая память предполагает последовательное обращение к ячейкам, начиная с первой. Требуемая ячейка находится по совокупности необходимых признаков.

По способу выполнения операций вычислительные машины можно разделить на две группы: с естественным (последовательным) порядком операций и с непоследовательным. В вычислительных машинах с естественным порядком операций программа записывается в оперативной памяти в предусмотренной ходом вычислительного процесса последовательности. В процессе выполнения программы машина, начиная с некоторого заданного адреса, выполняет последовательно операции по кодам команд, записанным в ячейках памяти друг за другом. Например, за выполнением команды из ячейки 0120 автоматически должна выполняться команда из ячейки 0121. Изменение последовательности обращения к ОЗУ предусматривается самой программой. Таких машин большинство, однако есть группа машин, у которых в составе кода команды предусматривается адрес следующей команды.

Разрядность вычислительных машин. В зависимости от разрядности различают два типа вычислительных машин: с фиксированной разрядной сеткой и с переменной. Все устройства вычислительных машин первого типа имеют постоянный состав элементов, каждый из которых используется для операции над одним двоичным разрядом.

Недостатки вычислительных машин с постоянной разрядной сеткой:

1) непроизводительное использование всей памяти машины. Используемые в обычной практике данные не требуют такого большого числа двоичных разрядов, особенно экономические расчеты. Так, например, трехадресные вычислительные машины имеют 45—52 двоичных разряда, двухадресные — 36—37 разрядов. Не все разряды используются при решении конкретной задачи, если разрядность представляемых чисел мала;

2) построение памяти и других блоков машины требует большого числа элементов, что экономически невыгодно, так как машина имеет большую стоимость.

Вычислительные машины последних конструкций имеют переменную разрядную сетку. Это позволяет экономнее использовать объем запоминающего устройства.

В основу информационной единицы таких машин положен восьмиразрядный двоичный элемент, называемый **байтом.**

Выбор такой емкости обусловлен способами кодирования информации, используемой при обработке на вычислительных машинах.

В восьмиразрядном двоичном элементе можно разместить один символ (восемь двоичных разрядов), поэтому иногда такую память называют символьной. Кроме того, в байте можно записать два десятичных разряда, две цифры.

Символьная структура памяти позволяет задавать слова переменной длины, состоящие из 1—8 символов.

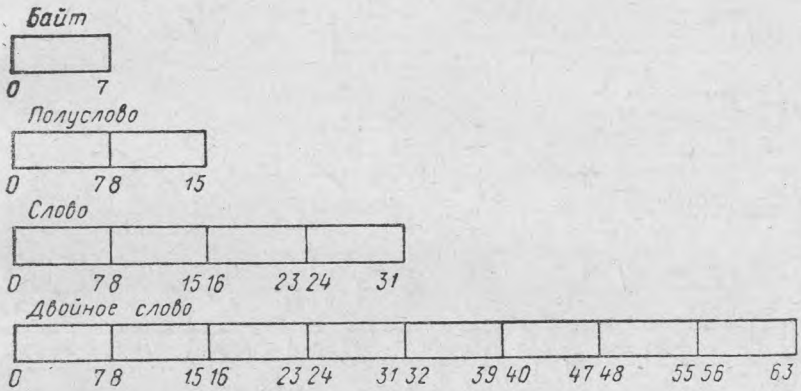


Рис. 38. Форматы слов ЭВМ с переменной разрядностью

В машинах Единой системы и АСВТ используются несколько форматов слов: одинарные и двойные, а также полуслова (рис. 38). Так, например, машина серии ЕС-1010 использует слово, состоящее из 2 байтов (16 двоичных разрядов), и двойное слово, состоящее из 4 байтов (32 двоичных разряда). Для этой машины выбрана одноадресная структура команд.

ЭВМ типа 1020, 1030 и т. д. используют слово, состоящее из 4 байтов (32 разряда), двойное слово, состоящее из 64 разрядов (8 байтов), и полуслово (2 байта).

В машинах серии АСВТ используется деление разрядной сетки на полуслово (2 байта), слово (4 байта) и двойное слово (8 байтов).

Форматы записи информации в ЭВМ с переменной разрядностью представлены на рис. 39.

Для удобства машинных преобразований при представлении чисел с плавающей запятой в машинах ЕС вместо порядка числа используется понятие характеристика «с»,

$$c = p + 64,$$

значение которой всегда положительно и находится в пределах

$$0 \leqslant c \leqslant 127$$

Это позволяет использовать двоичные числа с плавающей запятой, у которых порядок числа находится в пределах

$$-64 \leqslant p \leqslant 63.$$

При записи десятичных чисел в памяти ЭВМ используется два формата: в упакованном виде и с зонированным форматом. Формат с записью чисел в упакованном виде позволяет записывать в одном байте две десятичные цифры, записанные в двоично-десятичной форме.

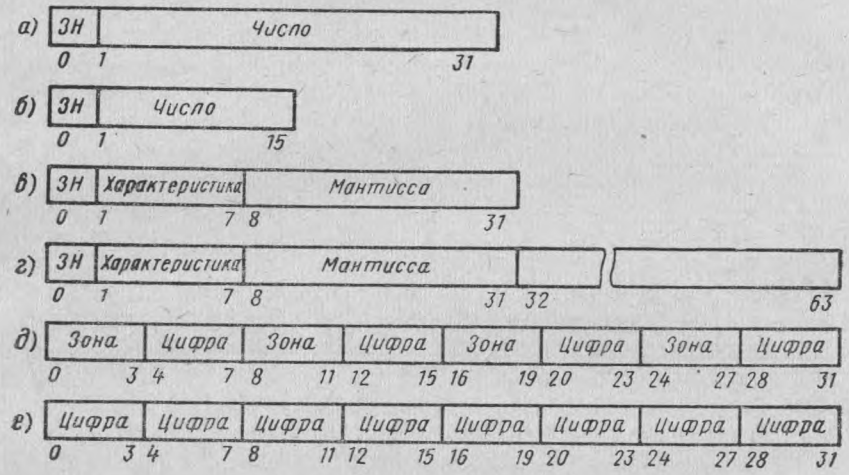


Рис. 39. Форматы записи информации в ЭВМ с переменной разрядной сеткой:
а — слово с фиксированной запятой; *б* — полуслово с фиксированной запятой; *в* — слово с плавающей запятой; *г* — двойное слово с плавающей запятой; *д* — десятичные числа с зонированным форматом; *е* — десятичные числа в упакованном виде

При использовании зонированного формата в байте размещается одна цифра, представленная в двоично-десятичной форме, которая записывается в правой половине байта. В старших разрядах байта записывается постоянная величина, например 1111, которая называется зоной.

§ 27. СТРУКТУРА ЭВМ

На каждом этапе развития ЭВМ усложнялась их структура. Для машин первого и второго поколений взаимосвязь между основными их устройствами осуществлялась в соответствии с блок-схемой ЦВМ. ЭВМ третьего поколения имеют более сложную структуру и организацию связей между отдельными устройствами (рис. 40).

В состав ЭВМ входят следующие основные устройства: процессор, оперативная память, каналы, внешнее запоминающее устройство, внешние периферийные устройства. В некоторых машинах оперативная память и каналы выполнены совместно с процессором. Такими машинами, например, являются ЕС-1010 и ЕС-1020.

Процессор представляет собой ядро машины. Он предназначается для преобразования информации в соответствии с заданной программой и управления всем вычислительным процессом

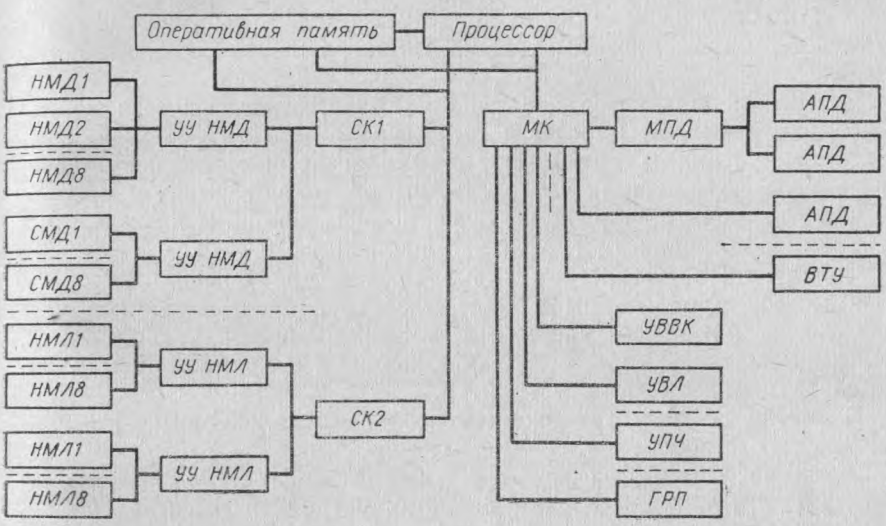


Рис. 40. Структурная схема ЭВМ:

НМД — накопитель на магнитном диске; *СМД* — накопитель на сменном магнитном диске; *НМЛ* — накопитель на магнитной ленте; *УУ НМД* — устройство управления накопителями на магнитных дисках; *УУ НМЛ* — устройство управления НМЛ; *СК1, СК2* — селекторные каналы; *МК* — мультиплексный канал; *МПД* — мультиплексор передачи данных; *АПД* — аппаратура передачи данных; *ВТУ* — видеотерминальное устройство; *УВВК* — устройство ввода с перфокарты; *УВЛ* — устройство ввода с перфолент; *ГРП* — графопостроитель; УПЧ — печатающее устройство.

и взаимодействием устройств машины. В состав процессора входят центральное устройство управления и арифметическо-логическое устройство, а также сверхоперативное ЗУ, блоки, используемые при организации вычислительного процесса, например блок прерывания, блок защиты памяти и т. д. Процессор — самое быстродействующее устройство машины. Остальные ее устройства являются внешними или периферийными устройствами.

Современные вычислительные машины допускают подключение к процессору нескольких сотен внешних устройств, при этом одновременно может работать ряд устройств. Обмен данными между процессором и внешними устройствами осуществляется через специальные устройства, называемые каналами ввода-вывода.

Основные функции центрального устройства управления процессора следующие: организация выполнения команд, работы ка-

налов, обмена информацией между оперативной памятью, блоками процессора и внешними устройствами, а также контроль работы отдельных устройств машины.

Реализация этих функций производится аппаратно или с помощью микропрограммного выполнения операций.

Для эффективного использования технических средств ЭВМ предусматривается параллельная работа процессора и периферийных устройств. С этой целью в процессорах используется гибкая система прерываний, которая совместно со специальными режимами работы и системой защиты памяти обеспечивает совмещенную работу нескольких внешних устройств и выполнение одновременно ряда программ, мультипрограммный режим работы ЭВМ.

В ЭВМ используется два типа каналов, отличающихся по назначению, режимам работы и структуре, — мультиплексный и селекторный. Каналы принимают команды процессора и производят адресацию внешних устройств, выбор, расшифровку и проверку управляющей информации, буферное запоминание информации, проверку правильности передачи информации и т. д.

Селекторные каналы предназначаются для обмена информацией между процессором и быстродействующими внешними устройствами, например внешними запоминающими устройствами, мультиплексные каналы — для подключения к процессору медленнодействующих внешних устройств.

В состав ЭВМ могут входить несколько селекторных и мультиплексных каналов.

Внешние устройства могут подключаться к каналам группами, при этом каждая группа внешних устройств имеет свое устройство управления и включает в себя однотипные устройства, например накопители на магнитных лентах, алфавитно-цифровые печатающие устройства, накопители на магнитных дисках и т. д.

Сопряжение между всеми устройствами достигается с помощью стандартизированных систем, называемых интерфейсом ввода-вывода.

Оперативное запоминающее устройство (ОЗУ) предназначается для хранения информации, программ решения и операционных систем. В некоторых конструкциях ОЗУ выполнены совместно с процессором.

Внешние запоминающие устройства предназначаются для хранения больших объемов информации. К ним относятся ЗУ на магнитных барабанах, магнитных лентах, магнитных дисках. Эти устройства имеют относительно большую скорость передачи информации и подключаются к селекторному каналу.

Имеется широкая номенклатура внешних устройств, подключаемых к мультиплексным каналам с различной скоростью. Единая система ЭВМ, например, позволяет подключать устройства следующих типов:

1) печатающие устройства;
2) перфокарточные устройства ввода и вывода информации;

3) перфоленточные устройства ввода и вывода информации;
4) устройства видеозаписи на ЭЛТ;
5) устройства выдачи графической информации;
6) устройства сопряжения с телефонными и телеграфными каналами связи и т. д.

§ 28. СИСТЕМА ВВОДА-ВЫВОДА ИНФОРМАЦИИ В ЭВМ

Обмен информацией между отдельными устройствами машины, внутренними и периферийными, осуществляется по информационным магистралям, которые могут быть общими для определенной группы устройств.

Эти информационные магистрали объединены в каналы, каждый из которых представляет собой комплекс аппаратуры, предназначенный для обеспечения связи между внешними устройствами ввода-вывода и хранения информации, с одной стороны, и центральными узлами машины (процессор, ОЗУ) — с другой. Современные вычислительные машины допускают одновременное подключение разнообразных устройств, имеющих разные технические характеристики, в особенности скорости передачи данных. Каналы предназначены для согласования работы устройств.

В зависимости от способности каналов обслуживать различные устройства их подразделяют на мультиплексные и селекторные.

Мультиплексный канал представляет собой логически самостоятельный узел, блок, организующий обмен информацией между быстродействующими процессором и памятью, с одной стороны, и медленно действующими периферийными устройствами, подключенными к данному блоку каналами ввода-вывода информации — с другой. Мультиплексный канал использует для организации передачи данных метод временного уплотнения — обслуживания нескольких одновременно работающих периферийных устройств. В мультиплексном канале выполнение операций ввода-вывода разделяется на интервалы времени, на каждом из которых между определенным пультом или другим устройством и ОЗУ передается часть информации. Для этого опрашиваются последовательно подканалы, к каждому из которых подключено одно из вводных устройств. Количество подканалов определяется количеством периферийных устройств, ограничением является пропускная способность канала.

Мультиплексный канал работает в мультиплексном или монопольном режимах. При работе в мультиплексном режиме канал используется для согласования и подключения нескольких одновременно работающих устройств, имеющих малую скорость передачи. При работе в монопольном режиме канал передает информацию от одного устройства с бóльшей скоростью. Так, например, мультиплексный канал ЭВМ-1020 позволяет подключать 48—128 устройств. Скорость передачи данных в мультиплексорном режи-

ме достигает 16 килобайт/с, в монопольном режиме — 100 килобайт/с. Мультиплексный канал машины ЕС-1030 может подключать 128 подканалов и передавать информацию со скоростью 40 килобайт/с, а в монопольном режиме — 300 килобайт/с.

Селекторный канал представляет собой самостоятельный блок, организующий обмен информацией между быстродействующими каналами ввода-вывода информации, с одной стороны, и процессором или памятью ЭВМ — с другой. Передача производится в режиме предпочтения, т. е. выбора одного устройства из нескольких, или в монопольном режиме. В селекторном канале не допускается одновременная передача от нескольких устройств, возможна передача только от одного устройства. Остальные устройства ждут очереди на подключение к каналу. После обслуживания одного устройства канал переходит к обслуживанию другого устройства. К селекторному каналу обычно подключаются в виде периферийных устройств блоки внешних запоминающих устройств на магнитных лентах, барабанах, дисках, которые позволяют передавать большие объемы информации с высокой скоростью.

По скорости обмена информацией и возможности подключения к каналам все внешние устройства можно разделить на три группы: высокоскоростные, среднескоростные, низкоскоростные.

Высокоскоростные периферийные устройства работают обычно с магнитными носителями информации и имеют скорость обмена информацией в диапазоне 15—120 тыс. байт/с. К ним относятся блоки внешнего ЗУ на магнитных лентах, магнитных дисках, магнитных картах и магнитных барабанах.

Для управления этими устройствами обычно служит самостоятельный блок, который управляет работой нескольких однотипных блоков ЗУ (в большинстве случаев до 8, но бывает и до 16).

Высокоскоростные устройства в основном подключаются к селекторному каналу, однако возможно подключение их и к первым подканалам мультиплексного канала. Подключение к мультиплексному каналу используется в случае, если имеющиеся селекторные каналы уже использованы и подключение дополнительного селекторного канала экономически невыгодно.

При подключении к мультиплексному каналу высокоскоростного устройства ввода-вывода канал переключается на монопольный режим, т. е. на обслуживание только одного этого устройства. Работать в мультиплексном режиме, т. е. поочередно опрашивать все подканалы, все устройства ввода-вывода, канал уже не может. Скорость обмена информации со скоростным устройством так велика, что может произойти потеря информации.

Обычно скоростные устройства ввода-вывода подключаются к первым восьми подканалам мультиплексного канала, называемым разделенными подканалами. При включении скоростного подканала блокируются другие подканалы и производится обмен информацией со скоростным УВВ. После окончания обслуживания скоростного устройства канал переключается на мультиплексный режим.

К среднескоростным периферийным устройствам ввода-вывода информации относятся устройства, имеющие скорость 160—2 тыс. байт/с, устройства ввода с перфокарт и перфолент, устройство согласования с телефонными каналами связи и видеотерминалами, читающие устройства, быстродействующие печатающие устройства и т. д.

Среднескоростные устройства могут подключаться и к селекторному, и к мультиплексному каналам, в большинстве случаев их подключают к мультиплексному каналу.

Низкоскоростные устройства ввода имеют малую скорость передачи информации, обычно менее 15—20 байт/с. К ним относятся телетайпы, пишущие машинки и т. д. Подключаются эти устройства только к мультиплексному каналу.

Возможно несколько вариантов организации связи между периферийными устройствами и процессором или внутренней памятью.

В одном случае инициатива в обращении принадлежит процессору, и ЭВМ в соответствии с заданной программой производит обмен информацией (ввод и вывод) как по мультиплексному, так и по селекторному каналам.

Во втором случае инициатива в обращении принадлежит периферийным устройствам. Абонент в основном через мультиплексный канал запрашивает возможность решения задачи, передает необходимые данные или программу, вмешивается в работу машины и получает результаты решения задачи.

По способу обмена информацией все каналы (селекторные и мультиплексные) подразделяются на каналы с прямым доступом к памяти и с косвенным (через процессор). Мультиплексные и селекторные каналы с прямым доступом имеют собственную аппаратуру связи с запоминающими устройствами и производят обмен, минуя процессор. В каналах с косвенным доступом для обмена информацией используется аппаратура процессора.

Возможно несколько вариантов подключения различных устройств к селекторным и мультиплексным каналам.

Сопряжение между устройствами управления и каналами в стандартизованном виде называется «интерфейсом ввода-вывода». Интерфейс представляет собой стандартную систему связи и сигналов. Он обеспечивает единые принципы обмена данными, форматы информации и последовательность управляющих сигналов.

Интерфейс дает возможность подсоединять любые устройства, если их привести к стандартизованному виду. Достигается это путем использования 34 функциональных линий.

Интерфейс состоит из 2 кабелей, в которых каждый провод имеет свое назначение. В состав кабелей входят также 4 запасных линии и 2 линии заземления. Все 40 линий разделены на два кабеля. Такими кабелями соединяются между собой каналы, устройства управления внешними устройствами ввода-вывода информации, а также отдельные устройства ввода-вывода информации.

Все линии делятся на 5 групп:

1) информационные шины канала. Предназначаются для передачи информации от канала к абоненту — любому устройству, подключаемому к каналу. Информационных шин канала 9, из них 8 информационных и 1 контрольная. По информационным шинам от канала к абонентам передаются данные, адреса внешних устройств, команды, по контрольной — контрольные разряды;

2) информационные шины абонента. Предназначаются для передачи информации от абонента к каналу. Их также 9, 8 информационных и 1 контрольная. По информационным шинам передаются данные, адреса внешних устройств, байты состояния и другая информация;

3) линии (шины) индентификации (6 шин). Используются для передачи сигналов определения вида информации, передаваемой по шинам канала и шинам абонента. Наличие сигнала на одной из шин означает, что по шинам канала или шинам абонента передается определенный вид информации. Значение шин следующее: АДР-К — передача адреса от канала, АДР-А — передача адреса от абонента, УПР-К — управление от канала, УПР-А — управление от абонента, ИНФ-А — информация от абонента, ИНФ-К — информация от канала. Например, наличие сигнала на шине АДР-К означает, что одновременно по шинам канала передается адрес (номер внешнего устройства), наличие сигнала на ИНФК — что на информационных шинах канала находятся данные, передаваемые от канала к абоненту, наличие сигнала на УПР-К — что одновременно по шинам канала к абоненту передается код команды, которую должно выполнить внешнее устройство. Сигналы, передаваемые по определенным шинам, имеют определенную длительность и используются в схемах управления различных устройств;

4) шины управления. Используются для передачи управляющих импульсов. Шины предназначаются для передачи следующих данных: РАБ-К — работа канала, РАБ-А — работа абонента, РВК-К — разрешение выборки канала, ВБР-К — выборка канала, ВБР-А — выборка адреса (обратная выборка), БЛК-К — блокировка канала, ТРБ-А — требование абонента. Например, шина РАБ-К используется для разрешения подключения к каналу устройства управления внешними устройствами, в частности устройства управления НМД. Сигнал на шине РАБ-А сохраняется до тех пор, пока требуемая информация не будет передана из канала во внешнее устройство или наоборот. Сигнал РВК-К подготавливает устройства управления внешними устройствами к использованию. Наличие сигнала на шине ВБР-К означает, что канал производит поиск какого-то устройства управления для установления с ним связи. Все устройства соединяются последовательно с каналом в зависимости от значения приоритетов. Вслед за этим передается код того устройства, с которым должна быть осуществлена связь. В каждом устройстве имеется схема, в которой записан код данного устройства, при приходе кодов от канала произво-

дится сравнение двух кодов. Если они совпали, то производится логическое подсоединение данного устройства к каналу. Если совпадения не происходит на данном устройстве, то производится передача кода сигналов к следующему устройству и т. д. Если среди устройств, подсоединенных к каналу, не нашлось нужного устройства, то по шине ВБР-А передается обратный сигнал;

5) специальные линии (3 линии). Они имеют следующее назначение: ИЗМ-К — измерение от канала, ИЗМ-А — измерение от абонента, СМС-К — смена состояния канала. Первые две линии используются для измерения интервалов работы, третья — для отключения канала от интерфейса.

Во время работы канала с устройствами вырабатывается определенная последовательность импульсов, определяющих работу отдельных устройств.

§ 29. ЗАПОМИНАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

Запоминающие устройства (ЗУ) предназначаются для хранения программы вычислений, входных и выходных данных, промежуточных результатов вычислений. Они разбиваются на ячейки, в каждой из которых хранится в основном одно слово или байт.

Основными характеристиками ЗУ являются емкость и быстродействие.

Емкость памяти характеризуется максимальным числом ячеек соответствующей разрядности, которое может храниться в ЗУ.

Быстродействие определяется циклом обращения к ЗУ, временем выборки или записи информации. Для получения высокого быстродействия машины необходимо, чтобы время поиска данных было минимальным. Однако конструктивно выполнить это условие очень трудно и не всегда целесообразно.

Каждая конструкция вычислительных машин характеризуется своим набором ЗУ.

Вычислительные машины имеют несколько типов ЗУ, обладающих различным объемом и скоростью обращения. Взаимосвязь между ними представлена на рис. 41.

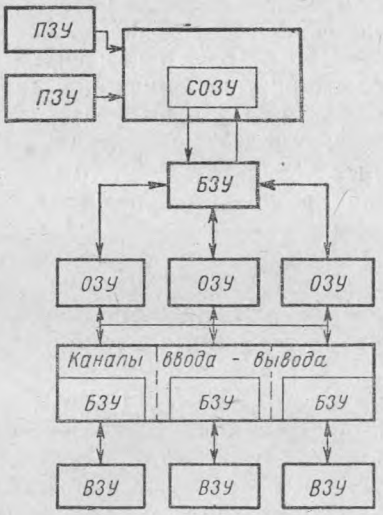


Рис. 41. Схема размещения в ЭВМ запоминающих устройств различного типа

Все ЗУ можно разделить на внутренние и внешние (ВЗУ).

В большинстве современных вычислительных машин принята единая структура внутренней памяти. В качестве информационной

единицы принят байт. Ячейки памяти включают в свой состав два-четыре байта.

Внутреннее ЗУ имеет большее быстродействие, чем внешние, но значительно меньшую емкость.

Внутренняя память машины включает в свой состав несколько типов ЗУ, отличающихся один от другого назначением, характеристиками, объемом, скоростью, быстродействием, типом элементов, используемых для построения.

В свою очередь, внутренние ЗУ можно разделить на следующие основные группы: а) сверхоперативные ЗУ (СОЗУ), локальная память; б) оперативные ЗУ (ОЗУ); в) долговременные (ДЗУ) или постоянные ЗУ (ПЗУ), а также полупостоянные ЗУ; г) ЗУ каналов (мультиплексная память) и буферное ЗУ (БЗУ).

Внутреннее ЗУ использует единый принцип построения, единую адресацию ячеек памяти. Обычно оно строится по схеме с произвольным доступом, при котором любая ячейка памяти находится по заданному адресу. Время поиска любой ячейки не зависит от ее размещения в памяти. Адреса внутреннего ЗУ имеют сквозную нумерацию. Адрес каждого типа памяти характеризуется определенным набором признаков. Так, например, для ЕС-1020 младшие разряды адреса используются для записи адреса локальной памяти (в старших разрядах записываются нули), старшие разряды — для канальной памяти, комбинация всех разрядов — для записи адреса ОЗУ. Схема управления выборки адреса использует эти признаки.

Сверхоперативные ЗУ имеют малый объем и работают со скоростью, близкой к скорости работы АЛУ, в некоторых случаях даже большей.

Такие ЗУ используются для хранения исходных и промежуточных результатов, часто используемых при решении задачи, а также хранения информации, используемой при выполнении микрокоманд.

Обычно эта память выполняется в виде регистров на интегральных схемах, магнитных пленках и других быстродействующих элементах. Так, например, в ЕС-1010 и ЕС-1020 СОЗУ построена на интегральных схемах, имеющих одинаковое быстродействие с арифметическим устройством и ОЗУ.

В ЭВМ ЕС-1021 при построении локальной памяти используются цилиндрические магнитные пленки, имеющие быстродействие в восемь раз большее, чем ОЗУ. В старших моделях ЕС ЭВМ также используются быстродействующие элементы. Объем локальной памяти у различных ЭВМ колеблется от нескольких регистров (16) до 1024.

По своему назначению регистры СОЗУ подразделяются на три группы (зоны): общего назначения, операндов с плавающей запятой, служебной зоны.

Регистры общего назначения используются при выполнении вычислительных и логических операций. Адреса этих регистров включаются при составлении программы в состав команды.

В ЕС-1020 используется 16 общих регистров по 2 байта и 4 регистра по 4 байта (так называемые регистры операндов с плавающей запятой).

Регистры служебной зоны являются рабочими регистрами процессора, используются для хранения информации, необходимой при выполнении микроопераций и микрокоманд. Функции их строго распределены. Служебная зона СОЗУ программно недоступна. Емкость ее зависит от типа машины и выбранной структуры управления. В ЕС-1020 она составляет 256 регистров.

Оперативное запоминающее устройство (ОЗУ) предназначается для хранения данных и программ текущих вычислений, а также программ, к которым следует быстро перейти, если в ходе вычислительного процесса возникает прерывание.

Для повышения быстродействия ОЗУ широко используется блочный (агрегатный) принцип построения, размеры блоков колеблются от 1—2 тыс. до 64 тыс. байт. Блочная конструкция ОЗУ (рис. 42) дает возможность обращаться непосредственно к определенному блоку, что очень удобно при совмещении операций, а также уменьшает время обращения к ЗУ, уменьшает конструкцию устройств управления выборкой.

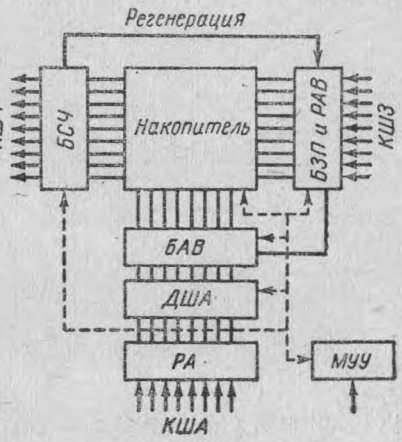


Рис. 42. Блок-схема ОЗУ

Магнитный накопитель предназначается для хранения информации. Он состоит из запоминающих элементов, организованных определенным образом. Информация для записи в ОЗУ поступает по кодовым шинам записи (КШЗ). Адрес ячейки памяти, из которой считывается информация или в которую производится запись, поступает по кодовым шинам адреса (КША) в блок, включающий регистр адреса (РА) и предварительный дешифратор адреса (ДША), выбирающий необходимую ячейку памяти. С него шифр адреса ячейки поступает на блоки адресной токовой выборки (БАВ) и блок записи и разрядной токовой выборки (БЗП и РАВ). В состав этих блоков входят генераторы токов, подающие импульсы определенной полярности и используемые для записи и считывания данных в магнитном накопителе.

Считанная информация поступает в блок считывания (БСЧ), предназначенный для считывания данных, усилия этих импульсов и выдачи их на кодовые шины числа.

Для управления работой памяти служит блок местного управления (МУУ), выделяющий различные серии сигналов, управляющие записью и считыванием информации.

Разработано несколько способов организации запоминающих элементов в ЗУ, каждый из которых имеет свои достоинства и недостатки.

Наибольшее распространение получила трехмерная организация запоминающих элементов, в основу которой положен матричный способ организации памяти. При этом способе для каждого разряда памяти создается матрица (рис. 43). Набор таких матриц образует куб памяти.

Основными элементами при построении ЗУ являются элементы, использующие ферромагнитные материалы, обладающие свойством находиться в одном из двух устойчивых состояний. Характеристика зависимости магнитного потока от напряженности действующего магнитного поля представлена на рис. 44. Одно из

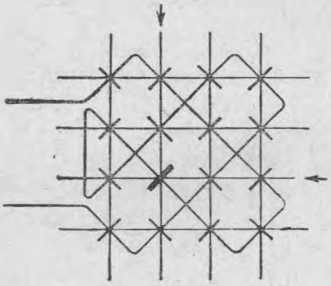


Рис. 43. Структура ферритовой матрицы

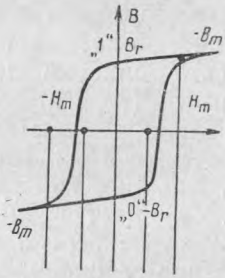


Рис. 44. Характеристика ферритовых элементов

устойчивых состояний с остаточной индукцией ($+B_r$) принимается за хранение единицы, а второе ($-B_r$) соответствует хранению нуля.

Распознавание состояний производится путем воздействия внешнего поля с напряженностью $-H_m$, создаваемого импульсом тока.

Если запоминающий элемент находится в нулевом состоянии ($-B_r$), то под воздействием импульса тока, создающего напряженность ($-H_m$), происходит незначительное изменение магнитного потока (от $-B_r$ до $-B_m$). Элемент остается в исходном состоянии, и на считывающем проводе не будет импульса тока.

Если запоминающий элемент находился в состоянии «1» ($+B_r$), то под действием импульса тока, создающего поле напряженности $-H_m$, произойдет перемагничивание элемента в состояние $-B_r$ по переднему фронту импульса. При снятии импульса тока элемент останется в нулевом состоянии.

Изменение индукции наводит на съемном проводе импульс напряжения, амплитуда которого зависит от величины перепада и скорости изменения индукции.

Таким образом при считывании информации в элементе она разрушается. Поэтому для того, чтобы восстановить запись «1», необходимо подать импульс тока, дающий напряженность $+H_m$.

Элементами памяти, в которых разрушается информация при считывании, являются ферритовые сердечники, ферритовые платы и ферритовые пленки. При создании ЗУ на базе таких элементов цикл обращения к ЗУ состоит из двух тактов: считывания и восстановления записанных единиц.

Второй такт, естественно, снижает быстродействие работы ЗУ. Поэтому разрабатываются запоминающие элементы без разрушения информации. Это — трансфлюксоры, биаксы и т. д.

Постоянные и полупостоянные ЗУ (ПЗУ) предназначаются для хранения микропрограмм, микрокоманд, стандартных программ, тестов, трансляторов, математических и физических констант, нормативных данных, т. е. информации, которая меняется достаточно редко. Эти ЗУ являются односторонними — из них производится только считывание информации, без разрушения записи.

Основными элементами ПЗУ (ДЗУ) являются диодные матрицы, емкостные схемы, но чаще всего ферритовые сердечники (рис. 45). Каждый элемент схемы используется для постоянной записи 0 или «1». Так прошивка сердечника представляет собой запись «1», отсутствие прошивки эквивалентно записи «0». При этом на одном сердечнике может быть записано несколько двоичных разрядов. У некоторых ДЗУ это число разрядов достигает 256. По сравнению с ОЗУ такой же емкости ДЗУ обладает большой надежностью, меньшими габаритами, более простой конструкцией.

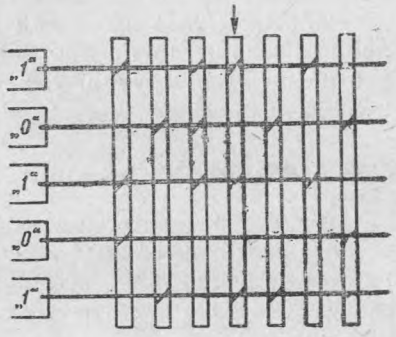


Рис. 45. Блок-схема ПЗУ

Обычно адреса ячеек ДЗУ являются продолжением адресов ОЗУ, т. е. адресация внутренней памяти общая.

Емкость ДЗУ может достигать больших размеров. Так, например, ДЗУ «Днепр-21» может составлять 32 тыс. ячеек памяти.

Полупостоянные ЗУ допускают изменение записанной информации путем включения переключателей, введения ферритовых сердечников и т. д.

В ЕС-1020 полупостоянная память используется для хранения микропрограмм. Память трансформаторного типа выполнена в виде набора карт с отверстиями, в которые устанавливаются сердечники. Информация записывается на картах, для чего вокруг отверстий, в которые устанавливаются сердечники, наносятся обмотки. Они могут проходить мимо сердечника, не огибая его, что соответствует записи «0».

Сигнал на выходе появляется, если есть сигнал на входе и обмотка прошивает сердечник.

Емкость такого ЗУ составляет 8192 слова по 64 двоичных разряда.

Канальная память (мультиплексная) предназначается для хранения служебной информации, управляющей внешними устройствами, а также для промежуточного хранения данных при обмене информацией между ОЗУ и внешними устройствами ввода-вывода информации через мультиплексный канал. Это ЗУ является своего рода буферным ЗУ между быстродействующим оперативным ЗУ и медленно действующими устройствами ввода и вывода информации. Емкость его зависит от числа подканалов, подключаемых к мультиплексному каналу, т. е. от максимально возможного числа подключаемых внешних устройств. Для управления работой каждого подканала выделяется определенный объем мультиплексной памяти. Например, в ЕС-1020 для управления работой одного подканала необходимо 16 байт. В минимальном комплекте машины используется 48 подканалов.

Работой мультиплексной памяти управляет устройство управления независимо от программы решения задачи. Для программ эта память недоступна, т. е. ее ячейки не имеют адресов, используемых в программах.

§ 30. ВЫПОЛНЕНИЕ ОСНОВНЫХ ОПЕРАЦИЙ ПРОЦЕССОРОМ

Процессор является центральным устройством, ядром электронных вычислительных машин. Он управляет процессором переработки информации всеми устройствами машины и выполняет арифметические и логические операции в соответствии с заданной программой.

В состав процессора входит арифметическо-логическое устройство (АЛУ), центральное устройство управления (ЦУУ), сверхоперативное запоминающее устройство (СОЗУ), постоянное или полупостоянное программное запоминающее устройство (ПЗУ или ППЗУ).

В машинах небольшой мощности, например в младших моделях ЭВМ Единой системы, ЕС-1010 и ЕС-1020, конструктивно объединены с процессором каналы связи с внешними устройствами и оперативное ЗУ, при этом эти устройства могут использовать частично узлы процессора во время выполнения операций, т. е. загружать процессор.

Машинной операцией называется действие, выполняемое машиной под воздействием одной команды.

Команда является минимальным элементом программы, который выполняется машиной автоматически.

Выполнение команды машинами различной адресности рассмотрим на примере идеального процессора (рис. 46, *а*). В состав арифметическо-логического устройства входит сумматор (СМ) и два регистра (Рг1 и Рг2). В оперативном ЗУ выделены регистр адреса ЗУ (РА) и память, в составе центрального устройства управления (ЦУУ) — регистр команд (РК), счетчик адресов команд (СЧАК), дешифратор операций (ДШОП) и генератор тактовых импульсов (ГТИ).

Считаем, что программа и исходные данные введены в оперативную память машины. Инструкцией по решению конкретной задачи указан адрес ячейки, с которой начинается программа. Этот адрес записывается в УУ перед началом работы программы.

Каждая команда выполняется за несколько этапов (тактов), во время каждого из которых УУ выдает серию определенных управляющих импульсов. Эти импульсы осуществляют обращение к ЗУ, исполнение команды, переход к следующей программе. Управляющие импульсы каждой команды имеют свою последовательность.

Для одноадресной вычислительной машины операция выполняется за 4 такта.

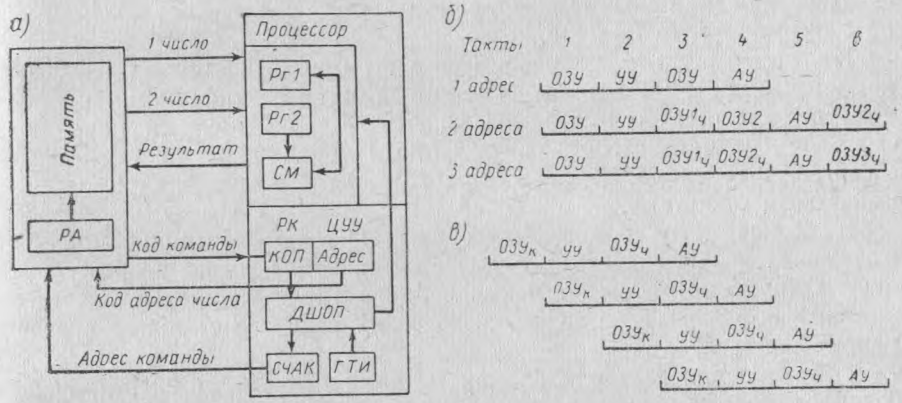


Рис. 46. Организация выполнения основных операций процессором: *а* — блок-схема связей; *б* — временная диаграмма; *в* — совмещение операций

Рассмотрим выполнение каждой операции.

Временная диаграмма выполнения операции одно-, двух- и трехадресной машин представлена на рис. 46, *б*.

Во время первого такта производится чтение (выборка) команды из ОЗУ и передача ее содержания в РК в УУ. Адрес необходимой команды определяется счетчиком адресов команд СЧАК. До начала работы программы в него записывается начальный адрес программы, а затем, после выполнения каждой команды, в него добавляется единица. Из СЧАК адрес команды передается в оперативную память машины. В блоке памяти адрес ячейки, из которой должны быть выбраны команды или числа, записывается в регистр адреса ОЗУ (РА ОЗУ). После считывания из ОЗУ команда поступает в специальный регистр команд УУ, который состоит из двух частей. В первой записывается операционная часть, во второй — адресная.

Во время второго такта производится дешифрация и модификация операции.

Дешифрация операции выполняется с помощью специального дешифратора операции, в который передается операционная часть команды из регистра команд. В случае, если предусматривается модификация адресной части команды, то адреса команды складываются с числом, находящимся в регистре индексов.

Во время третьего такта число из ОЗУ передается в соответствующий регистр арифметического устройства. При этом код необходимого адреса вначале передается из адресной части регистра команды УУ в Регистр адреса ОЗУ, а затем из соответствующей ячейки выбирается число и передается в АУ.

Во время четвертого такта выполняется заданная операция. Код операции и серия необходимых импульсов для их выполнения передается из УУ в АУ.

Двухадресная вычислительная машина выполняет операцию на один-два такта больше.

На первом такте производится считывание (выборка из ОЗУ кода команды), на втором — дешифрация и модификация операции, на третьем — считывание из МОЗУ 1-го числа и передача его в АУ, на четвертом — считывание и передача из оперативного ЗУ в АУ 2-го числа, во время пятого — выполнение предусмотренной кодом операции.

В большинстве современных вычислительных машин предусматривается запись результата операции в ячейку ко второму адресу. Однако при этом записанное ранее число стирается, поэтому вариант команды с записью по второму адресу не может всегда использоваться.

Трехадресная вычислительная машина выполняет операцию за 6 тактов, только результат операции записывается в ячейку МОЗУ по 3-му адресу.

В рассмотренной схеме и временных диаграммах предусматривается последовательная работа всех устройств ЭВМ при выполнении очередной команды. Эта структура команды используется как при обращении к быстродействующим устройствам, так и к медленнодействующим (устройство ввода и вывода информации, внешнее ЗУ). При такой последовательности работы ЭВМ время выполнения команды зависит от скорости работы устройства, к которому производится обращение, что снижает производительность машины, приводит к простоям оборудования и т. д. Такая последовательность работы была характерна для первых ЭВМ. В дальнейшем структура машин усложнялась, принимались меры, повышающие производительность работы отдельных устройств и машины в целом.

Основные методы повышения производительности ЭВМ:

1) совмещение операций, совмещение работы отдельных устройств машины при выполнении одной команды одной программы;

2) использование принципа микропрограммирования, разделения операций на отдельные микрооперации;

3) организация работы машины по одновременному выполнению нескольких программ (мультипрограммирование);

4) организация совместной работы нескольких ЭВМ по обработке единого комплекса задач, создание вычислительных систем.

Наиболее распространенная мера повышения производительности — совмещение операций. Оно использовалось при разработке машин уже первого и второго поколений. Необходимость использования совмещения операций объясняется тем, что во время выполнения одного такта операции или даже одной операции работают не все устройства, во время работы медленнодействующих устройств быстродействующие устройства простаивают. При совмещении операций несколько изменяется, усложняется структура машины, вводятся буферные регистры, которые позволяют делать работу отдельных устройств независимой одну от другой. Кроме того, вводятся специальные схемы и фиксаторы занятости и освобождения конкретного устройства.

Например, если предусмотреть, что ОЗУ разделено на несколько самостоятельных блоков, имеющих местные устройства управления и способных работать независимо друг от друга, и при этом в одни блоки заносится программа обработки, а исходные данные и результаты — в другие, то можно совместить работу отдельных узлов по одновременному выполнению нескольких команд. Тогда одноадресная машина может одновременно выполнять 4 команды (см. рис. 46, *в*). Такое непосредственное совмещение операций вызывает трудности при выполнении команд ветвления программы, команд условного и безусловного перехода, особенно условного. В этих командах переходы зависят от результата предыдущего действия и нельзя готовить следующую команду, пока неизвестен результат предыдущего действия, а это требует введения или прерывания программы или гашения несостоявшихся команд.

§ 31. ПРОЦЕССОР С МИКРОПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Микропрограммный принцип выполнения операций используется в большинстве машин третьего поколения. Сущность его состоит в следующем.

В ЭВМ операции подразделяются на более мелкие этапы, заключающиеся в выполнении элементарных действий. Эти части операций называются микрооперациями. Количество микроопераций, входящих в состав одной операции, и последовательность их выполнения определяются структурой конкретного типа вычислительной машины, системой команд и логикой выполнения операций. Соответственно набор элементарных действий, выполняемых при каждой микрооперации в этих вычислительных машинах, отличается один от другого.

Процессор выполняет микрооперации под управлением микрокоманд. Структура микрокоманд и микроопераций соответственно согласованы.

Программирование задач производится только до уровня команд, микрокоманды в состав программы не входят. Набор микрокоманд для каждой операции задается при конструировании ма-

шины и записывается (зашивается) в постоянное запоминающее устройство. При решении задачи (выполнении программы) вначале выбирается команда и определяется тип операции, затем эта команда расшифровывается, определяется состав ее микрокоманд и выполняется определенный набор микроопераций. При этом возможно одновременное производство нескольких микроопераций.

Процессор ЭВМ, использующих микропрограммный принцип выполнения операций, имеет более сложную структуру, чем рассмотренный ранее.

Принцип работы процессора с микропрограммным управлением рассмотрим на примере работы процессора ЕС-1020 (рис. 47).

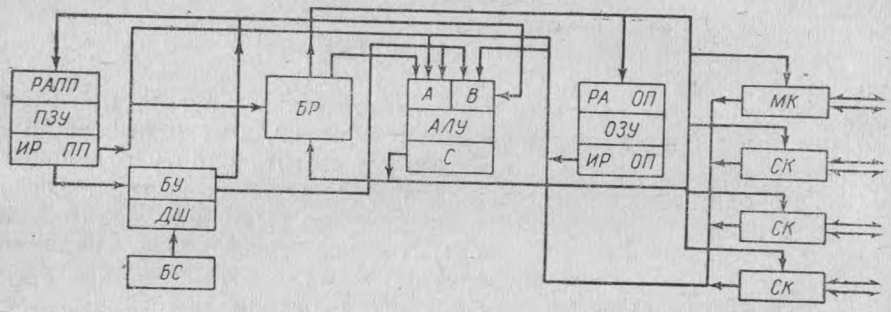


Рис. 47. Блок-схема процессора с микропрограммным управлением

В состав процессора входят следующие блоки: БС — блок синхронизации, АЛУ — арифметическо-логическое устройство, БУ — блок управления с дешифратором, ПП — постоянная память, БР — блок регистров. Кроме того, на блок-схеме представлены: ОП — оперативная память, МК — мультиплексный канал, СК — селекторный канал.

Блок синхронизации предназначается для организации синхронной работы всех блоков устройства. Он вырабатывает серию синхроимпульсов, обеспечивающих возможность совместной работы всех блоков процессора.

Блок управления, как уже указывалось, работает по микропрограммному принципу. Совместно с постоянной памятью и дешифратором он образует микропрограммное устройство управления. В постоянной памяти машины хранятся микрокоманды, которые содержат информацию о микрооперациях, управляющих работой процессора. Последовательность микрокоманд, выполняющих одну процедуру, составляет микропрограмму.

Микропрограммы из постоянной памяти выбираются по микрокомандам. Считанная микрокоманда поступает из постоянной памяти в регистр микрокоманд, там расшифровывается и следует в блоки процессора для управления их работой в течение одного такта. Одновременно формируется адрес следующей микрокоманды. При ситуациях, связанных с прерыванием выполнения про-

граммы, сформированный адрес следующей микрокоманды запоминается в специальных регистрах.

Микрокоманда имеет длину в 64 двоичных разряда, в ее состав входят поля различного назначения, которые можно объединить в несколько групп:

управления работой АЛУ, определяющие источник информации, откуда должны быть поданы данные на входы АЛУ, вид выполняемой АЛУ операции и т. д.;

управления оперативной памятью, указывающие адрес, режим работы, тип памяти и т. д.;

занесения в триггеры и регистры и т. д.

За один такт выполняется операция из данного поля.

Информация, полученная в результате выполнения микрокоманды, записывается в регистры блока регистров.

В состав БР входят семь типов регистров различного назначения:

адресные, предназначенные для хранения адресов команд и операндов, а также другой информации. Занесение информации в адресные регистры осуществляется микропрограммно с выхода С блока АЛУ;

общего назначения, используемые для хранения информации, участвующей в процессе обработки микропрограммы;

служебные, используемые для хранения информации о состоянии различных устройств. Содержимое этих регистров используется для микропрограммного анализа состояния работы машины в различных ситуациях.

Управление работой процессора производится по командам программы задачи, составленной программистом, оттранслированной, подготовленной для выполнения и записанной в оперативную память. Машина использует естественный порядок выполнения команд, т. е. последовательно выбирает команды друг за другом из ячеек оперативной памяти. Каждая команда представляет собой набор микрокоманд. Последовательность микрокоманд по каждой операции записана в постоянном ЗУ, т. е. задана жестко. Команда расшифровывается путем обращения к постоянной памяти, после чего машина выполняет заданную последовательность микроопераций.

Система команд машин Единой системы включает в себя 143 типа команд различного назначения и различной длины, для выполнения которых используется различный состав оборудования.

Любая команда выполняется с микропрограммы «выбор». По этой микропрограмме из оперативной памяти выбирается команда и ее части распределяются по регистрам блока регистров, выполняющих различные функции в зависимости от формата команды (например, в ЭВМ ЕС-1020 используется 5 форматов). Одновременно увеличивается адрес следующей команды и проверяется логическое условие на прерывание. Если условие прерывания имеется, то процессор переходит к микропрограмме обработки преры-

ваний, если условия нет, то производится переход к микропрограмме управления выполнением соответствующей операцией, заданной кодом операции программы.

В составе команд машины могут быть команды условного перехода в зависимости от различных условий. Поэтому микропрограммы проверяют соответствующие условия и т. д.

Таким образом, в процессе выполнения операции машина автоматически проверяет различные условия, выбирает операнды и переносит их из оперативной памяти в регистры, выполняет различные операции, проверяет их выполнение и передает результаты решения в регистры (накопления данных в АЛУ не производится), а затем в зависимости от кода команды — и в соответствующие ячейки памяти и т. д.

После выполнения микроопераций по заданной команде программы выбирается очередная команда из оперативной памяти, расшифровывается и выполняется.

Арифметическо-логические устройства (АЛУ) предназначаются для выполнения различных арифметических и логических операций над числами, кодами слов и команд.

По способу выполнения действий над операндами они подразделяются на последовательные, параллельные и параллельно-последовательные. В АЛУ параллельного действия операция производится одновременно над всеми разрядами операндов, в АЛУ последовательного действия — над одноименными разрядами операндов.

В зависимости от способа представления обрабатываемой информации АЛУ можно разделить на следующие виды: для обработки чисел с фиксированной запятой, с плавающей запятой и десятичных, а также комбинированные, для обработки чисел с фиксированной и плавающей запятой в двоичной и десятичной форме.

По составу используемого оборудования АЛУ подразделяются на многофункциональные и блочные.

В многофункциональных АЛУ операции над всеми формами представления информации выполняются одними и теми же блоками. При выполнении конкретной операции местное устройство управления АЛУ организует последовательность работы этих блоков. Примерами машин с многофункциональным АЛУ являются ЕС-1010 и ЕС-1020.

В блочных АЛУ операции над числами с фиксированной и плавающей запятой, а также над десятичными числами производятся отдельными специализированными блоками. Скорость выполнения операций в этом случае значительно повышается, однако соответственно возрастает состав оборудования и его стоимость.

Выполнение операций рассмотрим на примере многофункционального арифметическо-логического устройства машины ЕС-1020 (рис. 48), выполняющего одновременные операции над двумя байтами. В состав блока входят следующие элементы: РА и РВ —

входные регистры; ДК1 — десятичный корректор первый; Л — логический узел, ПК — узел перекосов; СД — узел сдвига вправо; П — узел переноса; М — сумматор по модулю 2; ДКП — десятичный корректор выходной.

Работой этих узлов управляет микроавтомат в зависимости от типа операции.

Входные регистры используются для приема обрабатываемой информации в виде байтов. Их емкость — 9 двоичных разрядов (8 информационных и один контрольный). Десятичный корректор ДК1 дополняет коды десятичных чисел до вида, удобного для их обработки в двоичной форме. Избыточный код добавляется только к одному слагаемому в виде шестерок к каждому коду десятичного числа в двоично-десятичной форме. Этот прием позволяет использовать блоки, выполняющие операции над двоичными числами, для выполнения операций над десятичными числами.

Узел перекоса под воздействием управляющих сигналов деформирует передачу тетрад (знаков) на вход узла обработки. При этом возможны такие виды передачи: оба знака прямо, накрест (т. е. меняются местами старшая и младшая тетрады), младший прямо (старший не передается), старший прямо (младший не передается) и т. д. Каждый способ передачи информации используется при выполнении определенных арифметических и логических операций.

Узел сдвига сдвигает числа вправо на два разряда при выполнении соответствующей операции.

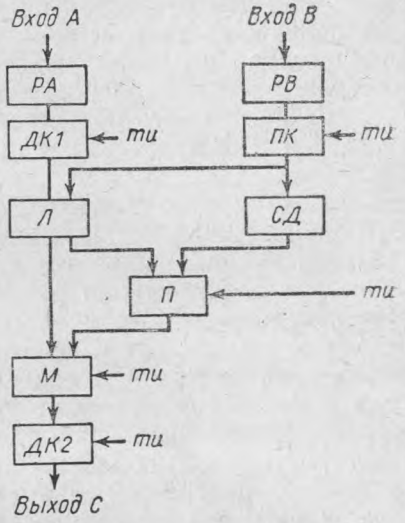


Рис. 48. Блок-схема многофункционального АЛУ.

Логический узел служит для выполнения логических операций над двоичными числами, он используется и при выполнении арифметических операций. Из младших разрядов в старший этот узел не переносит.

Межразрядный и межбайтовый переносы, необходимые при выполнении арифметических операций, фиксирует узел переноса.

Узел сложения по модулю два суммирует информацию, поступающую с логического узла и узла переноса.

Второй десятичный корректор используется для корректировки результатов сложения и вычитания десятичных чисел в двоичной форме, приведения их к двоично-десятичному виду.

Указанная схема позволяет реализовать пятнадцать типов элементарных операций, в том числе: сложение двоичное и десятич-

ное, вычитание двоичное и десятичное (А—В и В=А), логические операции сложения, вычитания, сравнения, отрицания, сдвига и т. д. Эти элементарные операции являются основой для выполнения более сложных операций.

§ 32. СИСТЕМА МУЛЬТИПРОГРАММИРОВАНИЯ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Мультипрограммирование. Мультипрограммирование — принцип одновременного выполнения устройствами вычислительной машины операций нескольких программ. Он используется для повышения производительности машины, обеспечения загрузки всех ее устройств.

Необходимость использования многопрограммного режима вызвана тем, что современные ЭВМ включают в свой состав большое количество устройств, имеющих различные скорости работы. Совмещение операций — недостаточная мера, например, при совмещении работы медленнодействующих устройств ввода-вывода и быстродействующего процессора, а при обмене информацией между ОЗУ и ВЗУ простаивают процессор, каналы и внешние устройства.

В режиме мультипрограммирования вычислительные машины выполняют работу одновременно по нескольким программам. Все программы записываются в оперативную память. При этом различные устройства могут работать, выполняя операции по различным программам, сам процессор работает последовательно, т. е. в данный момент времени выполняет только одну команду в порядке, предусмотренном программой. Выполнять конкретную программу процессор может по частям: сделав одну часть программы, перейти к выполнению части другой программы и т. д., а затем вернуться к выполнению прерванной программы, помня место прерванной программы, промежуточные результаты и т. д.

При работе в мультипрограммном режиме на машину возлагаются дополнительные функции по динамическому распределению памяти, организации очереди обращения к отдельным устройствам, распределению времени между задачами, оптимизации очередей прерванных задач и т. д. Эту работу выполняет специальная рабочая программа-диспетчер (супервизор).

Работа машин с мультипрограммным управлением может происходить в одном из четырех режимов: а) обработка одиночных программ; б) пакетная обработка нескольких программ; в) работа по обслуживанию нескольких абонентов — режим с разделением времени; г) работа в реальном масштабе времени, т. е. с ограничением на время решения каждой задачи и поступления данных от внешних устройств.

В одиночном режиме в оперативное ЗУ вводится одна программа и машина последовательно выполняет ее команды.

Работа машины в режиме пакетной обработки состоит в следующем. Заранее группа задач комплектуется в партию (пакет).

Исходные данные по каждой задаче подготавливаются к вводу на внешних устройствах. Вычислительная машина вводит их в оперативную память по одной или первоначальной группе задач.

Возможности машин по обработке групп задач ограничены. Некоторые машины могут обрабатывать одновременно только три программы, как, например, ЕС-1020, «Минск-32», другие машины бо́льшее число программ — до 16. Объем вводимых программ различен. Машина автоматически следит за выполнением программ. После обслуживания одной программы и вывода, а иногда и во время вывода результатов ее решения одними устройствами, вводятся исходные данные и программы другой задачи из набранного пакета задач. Все действия машина производит автоматически без участия оператора, процесс выполнения каждой задачи машина фиксирует на пульте оператора.

Преимущество пакетного режима в полной загрузке устройств машины. Достигается это наиболее рациональным заданием последовательности решения задач в пакете при его комплектовании.

В режиме пакетной обработки работают все машины с мультипрограммным управлением, в том числе «Минск-32», ЭВМ Единой системы, ЭВМ АСВТ и т. д.

Режим с разделением времени является более совершенной формой обслуживания потребителей работы ЭВМ. Он необходим при большом количестве абонентов, связанных с вычислительной машиной.

К машинам с разделением времени обеспечивается одновременный доступ нескольких абонентов, даже удаленных на расстояние от вычислительного центра. Каждый абонент имеет терминальное устройство для представления входной и выходной информации. Такими устройствами являются телетайп, пишущая машинка и устройство видеозаписи. Каждое терминальное устройство с помощью собственных (прямых) или коммутируемых каналов связи соединено с вычислительной машиной. Система допускает одновременное обращение к машине нескольких абонентов. Каждый абонент независимо один от другого может вводить запрос на решение задачи, обращаться к хранимой в машине информации, а также производить полный комплекс операций по решению задачи (ввод программы и исходных данных, решение задачи и вывод результатов решения).

Средствами для обеспечения мультипрограммирования являются система прерывания, защита памяти, использование программ-диспетчеров и т. д.

Система прерывания применяется в ЭВМ для временной остановки выполнения программы в зависимости от различных причин. Все причины прерывания можно разделить на несколько групп. Во-первых, это ошибки вычислительного процесса, в частности, переполнение разрядности сетки, появление деления на нуль, сбои и ошибки в передаче информации, выявленные системой контроля информации. При возникновении подобных условий вырабатывается сигнал прерывания, вычислительный процесс

по данной программе приостанавливается и управление передается специальным программам, исследующим причины возникновения прерывания.

Во-вторых, в процессе обработки информации и решения задачи или группы задач возникает необходимость согласования работы внешних устройств с работой процессора. Во многих случаях в программе предусматриваются команды предварительного подвода магнитной ленты, ввод данных до начала их использования. Поэтому возникает необходимость прерывания процесса вычислений до момента готовности внешних устройств к вводу или готовности информации для обработки.

Третья группа причин связана с получением сигналов от периферийных устройств при работе машины в реальном масштабе времени.

Существуют и ряд других причин, связанных с организацией вычислительного процесса по нескольким программам одновременно, например прерывание данной программы для вычислений по другой, ранее прерванной программе и т. д.

В каждой вычислительной машине разработана система приоритетов сигналов прерывания. Они разделены на несколько уровней. Сигналы более высокого уровня прерывают выполнение программы более низкого уровня. Сигналы более низкого уровня не могут прерывать работу программы более высокого уровня. Программа, имеющая меньший приоритет, ставится на очередь. При одинаковом приоритете программ более поздняя также ставится на очередь для обслуживания.

В машинах Единой системы и IBM-360 все сигналы прерывания разделены на 5 классов, имеющих следующие приоритеты: прерывание от схем контроля; прерывание при обращении к супервизору; программные прерывания; внешние прерывания; прерывание от ввода-вывода.

Прерывание от схем контроля машины появляется, если обнаруживается сбой одной из схем контроля. При ее появлении текущая программа приостанавливается автоматически и управление передается супервизору, который включает в работу диагностическую программу поиска неисправностей.

Прерывание при обращении к супервизору производится при задании соответствующей команды в программе.

Внешние прерывания поступают от кнопок прерывания на пульте управления оператора ЭВМ, от электронных часов (таймера) или от внешних источников, терминалов.

Программные прерывания возникают при появлении определенных причин, ситуаций при выполнении программы. Такими причинами, вызывающими программное прерывание, могут быть: нарушение защиты памяти, обращение к ячейкам, отсутствующим в данной конфигурации машины, появление кода операций, отсутствующего в данной машине, переполнение разрядной сетки машины, переполнение порядка числа, деление на нуль и т. д.

Прерывание от ввода-вывода возникает, если от устройств

ввода-вывода через канал поступает сигнал о том, что канал или устройство ввода-вывода освободились от выполнения операции и готовы к выполнению следующей операции, а также о неисправностях. При работе системы прерываний по каждой программе используется информация, скомпонованная определенным образом. Эта информация заносится в так называемое «слово состояния программы» (ССП), которое служит для управления порядком выборки команд, фиксацией и индикацией состояния машины при возврате к прерванной программе.

В состав ССП входит адрес следующей невыполненной команды прерванной программы, код прерывания, вызвавшего приостанов выполнения данной программы, ключ защиты памяти, маска системы прерываний и т. д.

Программа может не допустить тот или иной тип прерываний (замаскировать). Достигается это путем установки соответствующих признаков-масок.

Защита памяти используется в машинах с мультипрограммированием для блокировки записи информации в участки памяти, не относящиеся к выполняемой программе, а в некоторых случаях и для считывания данных, записанных в определенных зонах, так как обращения к памяти могут или разрушить запись информации, или изменить ее.

Особенно велика опасность разрушения хранимой информации при отладке новых программ.

Защита памяти представляет собой набор необходимой аппаратуры и программ. Предполагается, что в оперативной памяти одновременно могут находиться разные программы и массивы данных, обрабатываемые разными программами. Существует несколько методов эффективной защиты памяти. Наибольшее распространение получил способ, при котором используется деление памяти на блоки определенной длины и определенного признака, называемого ключом памяти. Этот способ применяется, например, в машинах Единой системы. Вся оперативная память при этом разделяется на блоки по 2048 байт. Ключи памяти учитываются при подготовке программы к решению. В ЕС-1020 размер ключей составляет 5 разрядов. Каждая программа использует заданные ключи памяти.

При каждом обращении к памяти вначале сравниваются ключи программы с ключом защиты памяти. При совпадении ключей, т. е. содержания признаков, разрешается обращение к памяти. При несовпадении признаков, т. е. при нарушении защиты памяти, происходит выдача признака прерывания. Команда, при которой обнаруживается несовпадение ключей, либо не начинает выполняться, либо не доводится до конца. Управление передается программе-диспетчеру. При этом запись не разрушается.

Примером другого способа защиты памяти является использование двух регистров для каждой программы. В один из них записывается начало участка ЗУ, относящегося к данной программе, во второй — конец участка программы. При занесении про-

граммы и информации последовательно сравниваются адреса с заданными в регистрах. При выходе адреса записи данных за пределы вырабатывается сигнал прерывания, запись прекращается и производится передача управления программе-диспетчеру, которая должна раздвинуть границы участка записи для данной программы или обратиться к оператору.

Программа-диспетчер (супервизор) — основная служебная программа машин. Она предназначается для автоматической организации работы машины в мультипрограммном режиме. Эта программа выполняет динамическое распределение памяти между задачами и составляет при этом таблицу занятости участков оперативной памяти и внешнего ЗУ, организует очередь к различным устройствам с учетом приоритета каждой задачи, разрабатывает последовательность обращений к различным устройствам при решении определенного комплекса задач и подсоединяет заданный состав терминалов, организует обращения к различным устройствам, организует очереди прерванных задач, распределяет время между задачами и т. д.

Следует отметить, что решение задач в режиме мультипрограммирования требует дополнительных затрат времени на организацию процесса решения. Программа-диспетчер обычно затрачивает от 5 до 30% рабочего времени машины на вспомогательные процессы по организации решения группы задач и требует больших объемов памяти. В некоторых машинах она составляет от 500 до 32 тыс. ячеек памяти и занимает от 30 до 60% объема рабочей памяти машины.

Необходимость дополнительных затрат времени и использования памяти машины на вспомогательные работы по организации очередности решения задач являются недостатком систем с мультипрограммированием. Однако эта программа и ряд других программ позволяют значительно ускорить процесс подготовки и решения задач на ЭВМ.

Более подробно работа супервизора и связь его с другими служебными программами будет рассмотрена при описании системы математического обеспечения ЭВМ.

Вычислительные системы. Большое распространение в последнее время получают многомашинные комплексы ЭВМ, объединенные в одну систему, имеющие информационные и программные связи. Такие комплексы машин называют вычислительными системами. Иными словами, под вычислительной системой понимается совокупность взаимосвязанных и согласованно действующих однородных или неоднородных ЭВМ и других устройств, обеспечивающих автоматизацию процессов обработки информации. Следует обратить внимание, что под вычислительной системой понимается не просто группа ЭВМ, установленных, например, в одном вычислительном центре, а группа ЭВМ, связанная аппаратурно.

Создание вычислительных систем позволяет повысить как производительность вычислительных машин, так и надежность и гибкость функционирования АСУ.

Существует несколько принципов организации взаимосвязи и распределения функций между ЭВМ в вычислительной системе. В любом случае производительность вычислительных машин повышается за счет передачи одной машинной функции по обработке данных по всему алгоритму или его части другой машине; при этом могут быть использованы также отдельные узлы другой машины, например устройства вывода информации, запоминающие устройства и т. д.

Во многих случаях вычислительные системы создаются на базе единого хранилища информации на магнитных носителях. Особенно это удобно в системах с интегрированной обработкой информации, в частности в автоматизированных системах управления. Обычно система хранения информации о предприятии организована специальным образом по определенным законам. Для нее разработаны специальные алгоритмы поиска и обновления информации. Все эти данные хранятся в блоках внешней памяти, доступ к которым имеют все ЭВМ вычислительной системы. Надежность вычислительной системы значительно выше надежности одиночной машины в результате дублирования работы всей машины и отдельных устройств. В случае выхода из строя одной машины, ее функции выполняет другая машина. В случае выхода из строя устройства одной машины можно будет использовать устройство другой машины и т. д.

Для вычислительной системы обычно используется единая система мультипрограммирования, т. е. единая система прерывания, единая система защиты памяти, одна программа-диспетчер и т. д.

Вычислительные системы можно классифицировать по различным признакам.

В зависимости от назначения вычислительные системы подразделяются на универсальные и специализированные, отличающиеся комплексом решаемых задач и оборудованием. В составе специализированных вычислительных систем используются агрегаты, блоки специального назначения (датчики, индикаторы и т. д.). Предназначаются специализированные ВС для решения специальных задач, например, управления технологическими процессами, обработки информации о полетах и т. д. В универсальных системах используется стандартное оборудование.

В зависимости от типа ЭВМ вычислительные системы подразделяются на однородные и неоднородные. В неоднородных системах обычно применяются вычислительные машины разных типов. Основным видом связи между ними служит программная совместимость, т. е. во всех машинах системы используются единые программы. Создание таких вычислительных систем позволяет уменьшить затраты по созданию необходимого математического обеспечения для всего комплекса решаемых задач, облегчает организацию работы системы в различных режимах, так как заявки на решение задач перераспределяются между машинами.

В однородных вычислительных системах используются однотипные ЭВМ. Помимо программосовместимости, в таких систе-

мах появляются дополнительные достоинства, в частности, упрощается решение вопросов, связанных с организацией технической эксплуатации, упрощаются и удешевляются реконструкция, модернизация и расширение системы.

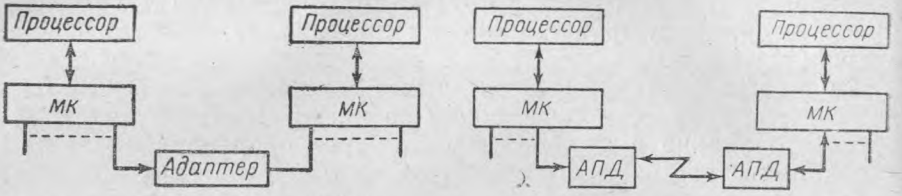


Рис. 49. Варианты блок-схем вычислительных систем.

По степени централизации управления вычислительные системы подразделяются на централизованные, децентрализованные и ВС со смешанным управлением.

Варианты блок-схем вычислительных систем представлены на рис. 49.

§ 33. ВНЕШНИЕ ЗАПОМИНАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

Внешние запоминающие устройства (ВЗУ) предназначаются для хранения больших массивов информации.

Основными носителями информации являются магнитные ленты (МЛ), магнитные диски (МД), магнитные барабаны (МБ), магнитные карты (МК).

Запись информации производится на участки магнитного носителя, называемые зонами, с помощью специальных устройств — магнитных головок.

По своим конструктивным характеристикам, методам обращения к устройствам для поиска, записи и считывания данных ВЗУ можно разделить на две основные группы: с последовательным и с произвольным доступами.

ВЗУ с последовательным доступом выполнены в основном на магнитных лентах. Время обращения зависит от места хранения информации: для того чтобы списать информацию, необходимо затратить время на чтение (просмотр) всей информации, записанной в зонах, отделяющих необходимую зону от местоположения головок. Местоположение головок может быть зависеть от предыдущего обращения к МЛ.

Во ВЗУ с произвольным доступом время обращения в меньшей мере зависит от места хранения информации. В таких ЗУ производится постоянное циклическое движение носителя информации с большой скоростью относительно головок записи и считывания. Выполнены такие внешние запоминающие устройства в основном на магнитных дисках и барабанах. Основу процесса цифровой магнитной записи составляет взаимодействие движущегося магнитного носителя и магнитной головки.

В качестве носителя информации служит поверхность ленты, диска, барабана, покрытая тонким слоем магнитного материала. В качестве магнитного покрытия используются ферролаки, кобальто-вольфрамовые смеси и т. д.

Магнитные головки изготавливаются из материала с большой индукцией насыщения и малой коэрцитивной силой. В основном они представляют собой миниатюрные электромагниты подковообразного типа. По выполняемым функциям головки делятся на стирающие, записывающие, считывающие и универсальные. Магнитные головки объединяются в блоки, в которых над дорожкой в зависимости от вида записи устанавливается одна (универсальная) или несколько головок.

Во время записи и считывания носитель движется под головками. Скорость движения ленты относительно головок поддерживается постоянной, чтобы сохранить на одном уровне плотность записи данных и амплитуду считанных сигналов.

Плотность записи информации во многом зависит от физико-химических свойств основы магнитного носителя, магнитного покрытия и скорости движения носителя. Различают два типа записи: контактная, когда головки располагаются у поверхности носителя без зазора, и бесконтактная — с зазором.

Для бесконтактной записи используются фиксированные и плавающие головки. Фиксированные головки строго закреплены на блоке и зазор между головкой и магнитным материалом может меняться в зависимости от толщины магнитного носителя. Зазор между плавающей головкой и магнитным материалом с помощью схем управления поддерживается постоянным.

Информация записывается различными типами кодов:

параллельным, когда слово или символ записываются одновременно по всем дорожкам:

последовательным — запись и считывание слова информации производятся по одной дорожке,

параллельно-последовательным (комбинированный принцип записи).

Накопители на магнитных лентах (НМЛ). Этот вид внешних ЗУ получил наибольшее распространение, так как отличается простотой конструкции. Однако магнитные ленты очень чувствительны к внешним условиям: температуре и влажности воздуха, наличию примесей, пыли и т. д. Поэтому к физико-химическим свойствам магнитных лент предъявляются высокие требования, основные из них следующие: большая гибкость, стабильность геометрических параметров, малое коробление, гладкость поверхности, малая абразивность, устойчивость к изменению внешних условий.

Наибольшее распространение получили ленты на синтетической подложке с тонкими ферромагнитными покрытиями, где удается сочетать высокие физико-механические свойства подложки с необходимым свойством покрытия.

В качестве подложки МЛ главным образом применяются полимерные материалы на основе ацетилцеллюлозы (диацетат, три-

ацетат), лавсан, нейлон, пластик и даже тонкая стальная лента. Ширина магнитных лент 12,7; 19,05; 25,4 и 35 *мм*. Международным стандартом установлена ширина ленты 12,7 мм. Средняя толщина подложки 25—50 мкм. Толщина магнитного покрытия 5—12 мкм.

Отечественные магнитные ленты стали выпускаться также шириной 12,7 мм. Основу ленты составляет лавсан или нейлон. Покрытием служит ферролак. Толщина ленты 45—55 мкм. Длина ленты 750 м.

Работу НМЛ рассмотрим на примере накопителя ЕС 5010 (рис. 50).

Информация записывается на 9 дорожках. Из них 8 информационных и 1 контрольная. В строке записывается один байт. Начало и конец ленты обозначаются специальными маркерами. Плотность записи составляет 8 и 32 импульса на миллиметр. Зоны записи информации имеют переменную длину. Размер зоны минимально допустимый — 18 байт, максимально допустимый — 2048 байт. Общая емкость НМЛ — 25 миллионов байт. При записи информации осуществляется циклический и продольный контроль на четность всех байтов по строкам и столбцам. Это означает, что каждый байт проверяется на четность в строке. Кроме того, через 8 байтов вводится контрольная строка. Зона от зоны отделяется междузонным промежутком, не имеющим записи. Способ записи информации — без возврата к нулю.

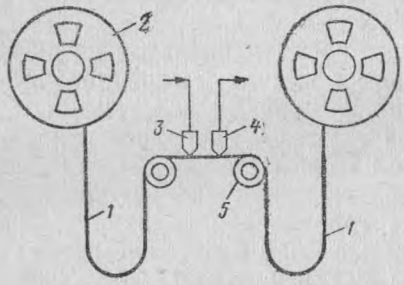


Рис. 50. Блок-схема накопителя на магнитной ленте:
1 — магнитная лента; *2* — бабины; *3* — записывающая головка; *4* — считывающая головка; *5* — транспортный механизм

Накопитель включает лентопротяжный механизм, блок формирования записи, блок усилителей считывания, местное устройство управления, блок магнитных головок, катушку магнитной ленты, на которой записывается необходимая информация.

Лентопротяжный механизм предназначается для обеспечения движения ленты относительно блока магнитных головок в прямом и обратном направлениях и для намотки магнитной ленты на кассету. Он передвигает ленту со скоростью 2 м/с.

Блок магнитных головок включает в себя магнитные головки записи, считывания и стирания.

Блок формирования записи информации включает в свой состав формирователи токов и усилители записи, производящие формирование токов определенной длительности и полярности, используемые при записи информации на магнитную ленту.

Накопители на магнитных дисках (НМД). Блок-схема НМД представлена на рис. 51. Информация записывается на обеих сто-

ронах тонких металлических дисков, покрытых магнитным материалом, по концентрическим окружностям. Диаметр дисков 30—50 см. Концентрических окружностей в некоторых ЗУ около 200. Плотность записи отличается от окружности к окружности, достигает 30—50 имп/мм. Пакет дисков устанавливается на валу, который вращается электродвигателем с постоянной скоростью. В зазорах между дисками перемещаются магнитные головки для записи и считывания информации. С помощью электромеханической системы головки перемещаются вдоль радиуса и останавливаются против выбранных дорожек на всех дисках. Возможна или последовательная запись чисел на одной дорожке, или параллельная запись на одинаковых дорожках всех дисков.

По способу закрепления магнитных дисков накопители подразделяются на две группы: со сменными и с постоянными магнитными дисками.

В первом случае пакет магнитных дисков, состоящий в основном из 6 дисков, выполняется в одном съемном блоке совместно с магнитными головками. Съемные пакеты дисков могут храниться отдельно от накопителя в определенных специально отведенных помещениях. При необходимости использования определенных данных выбирается соответствующий пакет дисков и устанавливается в накопитель. Использование накопителей со сменными дисками расширяет возможность их применения.

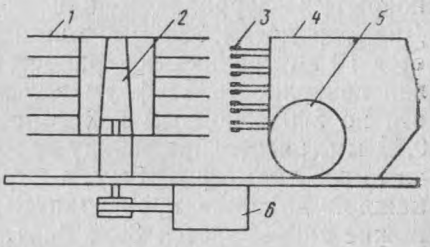


Рис. 51. Блок-схема накопителя на магнитном диске:
1 — пакет дисков; *2* — вал; *3* — головки записи считывания; *4* — каретка; *5* — колесо фиксации с защелкой; *6* — привод

К недостаткам НМД со сменными дисками следует отнести большие требования к точности исполнения механизмов. Поэтому их емкость меньше, чем емкость НМД с постоянными дисками. Принцип работы НМД обоих типов одинаков.

В накопителях с постоянными дисками диски жестко закреплены на оси вращения и вращаются постоянно во время работы ЭВМ, независимо от того, используются данные на них или нет. Поэтому на таких накопителях записываются данные, часто используемые при работе ЭВМ, в частности стандартные программы операционных систем. Например, используемый в ЕС ЭВМ НМД на постоянных дисках ЕС-5051 имеет емкость 125 мегабайт.

По способу закрепления магнитных головок различают НМД с фиксированным закреплением головок и НМД с подвижными головками. В накопителях с фиксированными головками используется одна головка на каждую дорожку. При этом головки могут размещаться на одной линии (одном радиусе) или поблочно на разных радиусах.

По назначению дорожки можно разделить на информационные, маркерные (тактовые) и запасные.

Информационные дорожки используются для записи информации, маркерные (тактовые) дорожки имеют постоянную запись импульсов с определенной частотой. Эти импульсы считываются при управлении записью или считыванием информации на информационных дорожках, подавая импульсы разрешения обменом на определенный промежуток времени. Запасные дорожки используются в случае нарушения записи информации на определенных дорожках, а также на маркерных дорожках.

Примером НМД являются накопители на сменных магнитных дисках ЕС-5050 и ЕС-5056, которые применяются в качестве внешних запоминающих устройств в составе ЭВМ Единой системы.

Пакет магнитных дисков состоит из 6 алюминиевых дисков, покрытых ферролаком или кобальто-вольфрамовым покрытием. Диаметр диска 356 мм, толщина 1,25 мм. Для записи используется 10 внутренних поверхностей, не используются верхняя и нижняя поверхность. Информация записывается на каждой поверхности по 200 основным и 3 запасным дорожкам. Ширина дорожки 0,13 мм, расстояние между дорожками 0,257 мм. Внешняя дорожка имеет диаметр 332 мм, а внутренняя дорожка — 226. Запись на каждой дорожке производится последовательно. На каждой дорожке записывается 3625 байт. Плотность записи на внешней дорожке составляет 30 бит/мм, а на внутренней — 44 бит/мм.

10 дорожек, расположенных друг над другом, образуют цилиндр, емкость которого составляет 36 250 байт. Емкость всего пакета дисков составляет 7,25 мегабайт.

Для записи и считывания информации используется 10 групп головок. В каждую группу головок входит универсальная головка записи-считывания, головка записи-воспроизведения и головка стирания. Запись производится бесконтактным методом плавающими головками.

НМД выполняет следующие функции: логическое подсоединение к устройству управления, поиск заданного цилиндра, выбор головки (дорожки), запись информации, чтение информации, стирание информации, последовательный пересчет адресов головок, возврат головок к внешнему цилиндру.

Накопитель на магнитном диске включает в свой состав следующие узлы: пакет дисков и каретку с блоком магнитных головок, дисковод, логический блок управления, питания.

Электромеханический блок дисковода вращает пакет дисков, перемещает и фиксирует магнитные головки на одном из цилиндров; подводит головки к поверхности дисков и отводит их в случае уменьшения скорости вращения диска; обнаруживает сигналы прохождения очередного цилиндра во время поиска; тормозит пакет дисков для останова.

Логический блок управления осуществляет связь между блоком управления и блоками НМД, вырабатывает и передает необходимые сигналы для управления.

Работает НМД следующим образом. Пакет дисков установлен на вал привода. Пакет приводится в вращение от электродвигате-

ля через ременную передачу. Каретку с блоком магнитных головок в радиальном направлении перемещает электродвигатель перевода. Точная установка головок на одном из цилиндров производится защелкой с электромагнитом. Метка дорожек считывается фотодатчиком.

Скорость движения каретки переменная и зависит от разности между номерами текущей и заданной дорожек. Нужная дорожка ищется от исходного состояния, когда головки отведены к краю диска. Управляет перемещением каретки логический блок, который сравнивает разности адресов дорожек и снижает дискретно несколько раз скорость движения каретки (от 50 см/с до 4 см/с). Максимальное время поиска — 150 мс; время перехода на соседний цилиндр — 30 мс; среднее время поиска — 90 мс; скорость считывания и записи данных — 156 кбайт/с; время смены пакета дисков — 1—2 мин.

Внешнее ЗУ на магнитном барабане. Они представляют собой устройство, состоящее из собственно барабана, блока магнитных головок, схем записи и считывания информации и привода.

Магнитный барабан представляет собой металлический цилиндр, покрытый тонким слоем магнитного материала. Барабан вращается с постоянной скоростью. Над поверхностью его располагается блок магнитных головок для бесконтактной записи и считывания информации. Информация записывается на дорожках, представляющих собой окружности. В барабанах небольшой емкости одновременно записываются все разряды машинного слова. Эти ЗУ имеют неподвижные головки, расположенные вдоль образующей барабана.

В ЗУ большой емкости используются подвижные блоки головок, которые автоматически могут перемещаться вдоль образующей.

Накопитель на магнитном барабане ЕС-5033 имеет следующие характеристики: емкость — 6 мегабайт; плотность записи — 50 имп/мм; количество дорожек на барабане — 802; скорость вращения барабана — 1500 об/мин; время обращения — 20 мс; скорость передачи — 1,25 мегабайт/с.

Запоминающие устройства на магнитных картах. Эти устройства по принципу работы подобны ЗУ с магнитными дисками. ЗУ на магнитных картах содержит магазин в несколько сотен карт, подвешенных в произвольном порядке на поворотных селекторных рычагах при помощи специальных вырезов, которые составляют код номера карты. Для выбора нужной карты поворачиваются соответствующие рычаги, освобожденная карта подается в направляющий канал и затем на постоянно вращающийся барабан, присасывается к нему и вращается около головок в течение времени, достаточного для записи или считывания информации. Затем автоматически карты возвращаются в магазин. Среднее время выборки числа в таком ЗУ 200 мс.

Запоминающее устройство на отрезках МЛ. Это ЗУ имеет следующую конструкцию. Отрезки ленты длиной несколько метров

намотаны на катушки, к концам которых прикрепляется груз. Эти катушки располагаются в один или два ряда на периферии карусели. При выборе необходимой ленты карусель поворачивается таким образом, чтобы выбираемая катушка находилась против специального паза внизу. Груз вываливается через паз, под действием груза катушка разматывается и проходит вдоль многодорожечного блока головок, производя считывание или запись информации.

После окончания обращения лента снова наматывается с помощью пружины на катушку. Емкость таких ЗУ 24—320 млн. двоичных знаков; среднее время обращения 170 мс.

§ 34. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ВЫВОДА И ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ

К этой группе устройств относятся технические средства, предназначенные для вывода результатов решения задачи в машиночитаемом виде или в виде, удобном для восприятия человеком (человекочитаемом виде), автономные печатающие устройства, устройства вывода на перфокарты и перфоленты, графопостроители и т. д. Технические средства вывода и отображения информации можно классифицировать по нескольким классификационным признакам.

По возможности регистрации информации для дальнейшей обработки они подразделяются на две группы: устройства с регистрацией выводимой информации и устройства с отображением выводимой информации.

В состав первой группы входят устройства, осуществляющие вывод информации на носители информации, что позволяет хранить результаты решения задач и использовать их для дальнейшей передачи по каналам связи, анализа и дальнейшей обработки. В свою очередь они подразделяются на устройства вывода на машинные носители информации (перфокарту и перфоленту) и вывода на бумажные носители информации в удобном для восприятия человеком виде — автоматические печатающие устройства, графопостроители.

В состав второй группы входят устройства, временно отображающие информацию. Эти отображения стираются при поступлении новой информации. К таким устройствам относятся позиционные табло, мнемосхемы, мозаичные цифровые индикаторы, видеотерминальные устройства.

По организации выдачи информации устройства выдачи и отображения информации подразделяются на следующие группы устройств: запросно-ответные и с принудительной выдачей информации.

К первой группе устройств относятся устройства, работающие в режиме диалога человека с машиной (автоматические пишущие машинки, видеотерминалы), а также выдающие результаты реше-

ния задачи по запросу пользователя на мнемосхемы и индикаторы.

Ко второй группе относятся устройства, осуществляющие вывод информации на печать, перфорацию, световые табло, индикаторы по командам работающей программы.

В зависимости от места и способа использования все выводные устройства подразделяются на: устройства, устанавливаемые в центре переработки информации; устройства вывода и отображения коллективного пользования — табло, экраны, мнемосхемы; устройства вывода и отображения индивидуального пользования, устанавливаемые в местах использования информации.

Автономные печатающие устройства. Печатающие устройства предназначаются для вывода информации из ЭВМ и представления ее в виде печатного текста на рулонной бумаге, специальных бланках.

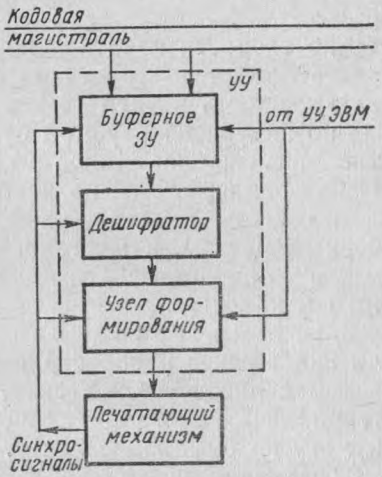


Рис. 52. Блок-схема печатающего устройства.

Печатающее устройство (рис. 52) состоит из печатающего механизма и схемы его управления.

Схема управления печатающим механизмом выполняет следующие функции: прием сигналов управления от устройства управления ЭВМ и управление работой АПУ, прием и запоминание информации на время ее распечатки, формирование сигналов управления для работы печатающего механизма.

Устройство управления включает буферное запоминающее устройство, дешифратор, узел формирования.

Буферное запоминающее устройство (БЗУ) принимает и накапливает поступающую из кодовых магистралей информацию и управляющие признаки вида печати, наличия и количества пробелов между знаками и строками, перевода на новую строку и т. д. БЗУ в зависимости от типа печатающего механизма рассчитывается на следующие объемы: один знак (4—8 двоичных разрядов), одно машинное слово — 4—10 знаков, одну строку документа, печатаемого на рулоне бумаги — до 160 знаков.

В первом случае БЗУ выполняется на регистрах, во втором и третьем — на ферритовых сердечниках.

Работа печатающего устройства производится под действием сигналов управления, поступающих от процессора вычислительной машины на узел формирования и в БЗУ.

Работа узлов печатающего устройства в режиме печати синхронизируется с помощью синхроимпульсов, поступающих от печатающего механизма.

Данные из БЗУ передаются позначно. Сигналы из БЗУ поступают в дешифратор, который определяет тип знака и передает сигнал на одну из схем узла формирования. Конструкция дешифратора определяется конструкцией печатающего устройства, набором печатаемых знаков. Узел формирования вырабатывает сигнал требуемой длительности и мощности, необходимой для управления печатающим механизмом.

Конструкцию печатающего устройства во многом определяет выбранный тип печатающего механизма.

Все печатающие механизмы, а соответственно и печатающие устройства можно классифицировать по нескольким признакам:

по способу формирования знаков печати — на механические и немеханические;

по виду печатаемых знаков — на цифровые и алфавитно-цифровые;

по скорости печати — на медленнодействующие, имеющие скорость печати до 10 знаков в секунду, быстродействующие, имеющие скорость печати свыше 10 знаков в секунду;

по виду используемой бумаги — на рулонные, у которых печатается несколько знаков в строке, и ленточные, у которых информация записывается на узкой бумажной ленте;

по цвету печати — на одноцветные, печатающие в основном черным цветом, и многоцветные, печатающие несколькими цветами, в основном печатающие механизмы с двумя цветами — черным и красным.

Механические печатающие устройства получили наибольшее распространение. Печать в них осуществляется путем механического контакта, путем нажима или удара блока с литерой печатаемого знака через красящую ленту, копировальную бумагу на бумажную ленту.

По виду печатающего узла печатающие механизмы бывают рычажного и ротационного типов и с круглой печатающей головкой.

Печатающий механизм рычажного типа печатает с помощью рычагов, на которых расположены литеры. Для поворота рычага используется соленоид, на который поступает импульс с узла формирования устройства управления. При ударе рычага через красящую ленту на бумажной ленте или рулоне получается оттиск литеры, выгравированной на рычаге.

Рычажные механизмы имеют малую скорость печати (7—10 знаков в секунду) и используются в основном в автоматических пишущих машинках.

В печатающих устройствах ротационного типа печать производится с помощью цифрового колеса или группы цифровых колес, жестко соединенных и насаженных на одну ось. По окружности колеса выгравированы литеры букв.

Структурная схема печатающего механизма ротационного типа с одним колесом представлена на рис. 53. В состав механизма, кроме печатающего колеса *1*, входит красящая лента *2*, печатаю-

щий молоточек *4*, возвратная пружина *5*, электромагнит *6* и другие механизмы, используемые для перевода печатающего колеса вдоль строки (для одноколесного механизма), изменения цвета печати. Печать производится на бумажную ленту *3*, вдоль которой перемещается колесо.

С печатающим колесом связан датчик, вырабатывающий серию импульсов. При этом определенный импульс отмечает момент прохождения над печатающим молоточком. Дешифратор выбирает по совпадению из всей серии импульс того знака, который необходимо отпечатать. Поэтому в момент прохождения определенной литеры печатающего колеса над бумагой срабатывает электромагнит, под действием которого печатающий молоточек ударяет по бумаге и на ней получается оттиск знака.

Скорость печати при одном электромагните составляет 10 знаков в секунду. При использовании группы колес, число которых равно числу знаков в строке, скорость работы значительно повышается. В таких устройствах печатается одна строка одновременно.

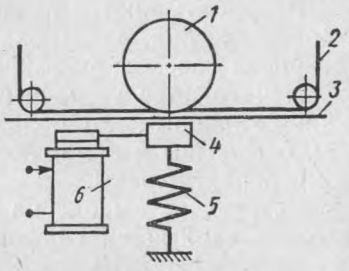


Рис. 53. Принцип работы печатающего устройства ротационного типа

Ротационные механизмы с несколькими колесами на валу получили наибольшее распространение.

Как уже указывалось ранее, наибольшее применение в отечественных вычислительных машинах и АСУ получили ротационные печатающие устройства типа ЭУМ-23, ЭУМ-24, АЦПУ-128 и т. д. Для ЕС ЭВМ разработаны две модели печатающих устройств, использующих этот принцип печати с непрерывным вращением колес. Эти устройства имеют буферную память в 128 байтов. Печать осуществляется в виде цифр, букв русского и латинского алфавитов и специальных знаков. Скорость печати достигает 900 строк в минуту. Одновременно может печататься до 5 копий на бумаге шириной до 420 мм.

Печатающие устройства с немеханическим формированием знаков являются перспективными для внедрения в АСУ и вычислительной технике. Они применяют электронный и электрический способы формирования знаков.

Печатающие устройства с электронным принципом формирования знаков используют электроннолучевые трубки. Печать производится на светочувствительный материал. В качестве знакоформирующих трубок применяются знакоформирующие электроннолучевые трубки со встроенными знаковыми матрицами, специальные знакопечатающие электроннолучевые трубки (тайпотрон, композитрон и т. д.), электроннолучевые трубки с высокой разрешающей способностью, знаки на экранах которых формируются матричным способом.

В качестве знаковой матрицы для таких устройств используются специальные ферритовые ЗУ, где хранится закодированная информация о каждом знаке.

Печатающие устройства с электронным формированием луча позволяют с большой скоростью выводить на экран трубки строки текста целыми блоками, страницами, включая алфавитно-цифровой текст, а также изображения. Скорость формирования знаков достигает 10 тыс. знаков в секунду. Сформированные страницы фотографируются на фотоноситель, киноленту и т. д.

В электронных печатающих устройствах все механические системы сведены к минимуму, в основном они служат для протяжки светочувствительного носителя. Это позволяет повысить скорость печати и надежность работы печатающего механизма.

Разрабатываются печатающие устройства, использующие электростатический, электрохимический, магнитографический, электроискровой способы формирования знаков и т. д.

Печатающие устройства с немеханическим способом формирования знаков имеют большие скорости и надежность, универсальны, бесшумны и обладают рядом других преимуществ, что делает их перспективными.

Устройства вывода на перфокарты. Принцип работы устройств вывода данных на перфокарты рассмотрим на примере устройства вывода ЕС-7010.

Это устройство предназначено для вывода на 80-колонные перфокарты информации, передаваемой из мультиплексного канала машины. Оно работает в мультиплексном и монопольном режиме.

Устройство включает исполнительный механизм, устройство управления с ОЗУ, блок связи с каналом и блок питания.

Связь с каналом осуществляется через интерфейс ввода-вывода. Информация из канала поступает в оперативное запоминающее устройство, имеющее емкость одной перфокарты. Из ОЗУ выдается информация на перфорацию. Перфорация производится построчно, одновременно на каждой позиции карты, карта движется широкой стороной вперед.

Устройство обеспечивает вывод информации двумя способами: с аппаратурным преобразованием информации из ДКОИ в перфокарточный код КПК-12 и в любом коде без аппаратурного преобразования.

Режим работы с преобразованием и без преобразования зависит от кода команды. При этом он обеспечивается последующим считыванием и сравнением.

Основные команды, выполняемые устройством вывода на перфокарты:

1. «Подать и писать с преобразованием кода».

2. «Подать и писать без преобразования кода» (при этом производится перфорация двух байтов: 1-й байт перфорируется на 12—3 позициях, а 2-й — на 4—9 позициях).

3. «Подать и писать с преобразованием кода с укладкой в первый карман».

4. «Подать и писать без преобразования кода с укладкой в первый карман».

Устройство имеет один подающий и два приемных кармана, имеющих соответственно емкость 700 и 500 карт. Скорость вывода информации — 100 карт/мин.

Устройство выполнено на интегральных схемах.

Устройство вывода данных на перфоленту. Принцип работы устройств вывода данных на перфоленту рассмотрим на примере устройства ЕС-7022. Это устройство предназначается для вывода информации на многодорожечную бумажную перфоленту. Устройство может работать в мультиплексном и монопольном режиме и подключаться через интерфейс ввода-вывода к мультиплексному и селекторному каналам моделей ЕС ЭВМ.

Устройство принимает информацию в виде электрических сигналов в коде КОИ 8, при необходимости преобразует его в код КОИ 7.

Режимы вывода информации:

режим аппаратурного преобразования информации из внутримашинного кода КОИ-8 в код ГОСТ 13052—67;

режим копии без аппаратного преобразования кода, при этом выдается любой код, сформированный программой машины на 8 и 5-дорожечную перфоленту с дополнением на четность, нечетность и без дополнения.

Режим вывода задается оператором с пульта устройства и может осуществляться с перфорацией и без перфорации признака конца записи. Код признака конца записи задается оператором с пульта управления устройства.

Принимаемая из канала информация, включающая байт адреса устройства, байт команды, байты данных, контролируется на нечетность. Есть также контроль обрыва ленты, ее окончания.

Устройство выполняет следующие команды:

«Запись»— режим копии;

«Запись М»— режим копии с перфорацией символа конца записи;

«Запись М1» — режим преобразования;

«Запись М2»— режим преобразования с выдачей признака конца записи;

«Проверить ввод-вывод», «Уточнить состояние», «Холостой ход»— служебные команды, используемые для проверки занятости устройства и исключения команд записи.

В устройстве имеется буферный регистр памяти.

Перфорация осуществляется на перфоленту шириной 17,5 и 25,4 мм со скоростью 150 строк в секунду.

Графопостроители. Графопостроители — устройства вывода информации из ЭВМ в графическом виде.

По способу формирования информации устройства этой группы подразделяются на два класса: электромеханические и электронные.

В электромеханических графопостроителях информация выводится на бумагу. По принципу записи графической информации на носитель различается три вида электромеханических графопостроителей: планшетные, барабанные и рулонные.

Электронные графопостроители выводят информацию на электроннолучевую трубку или на матричные экраны. Управление работой электронного графопостроителя (графического дисплея) может осуществляться с помощью клавиатуры и светового пера.

Электромеханические графопостроители могут работать как автономно, так и под управлением ЭВМ. При автономном режиме работы информация вводится с перфоленты.

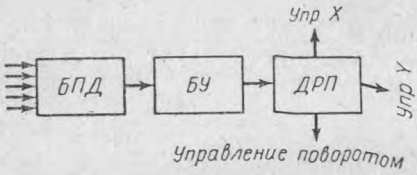


Рис. 54. Блок-схема графопостроителя:

БПД — блок преобразования данных; *БУ* — блок управления; *ДРП* — двухкоординатный регистрирующий построитель; *УпрХ* — управление перемещением по оси Х; *УпрУ* — управление перемещением по оси У.

Основное назначение графопостроителей — автоматическое вычерчивание графиков и символов. Они могут выполнять функции автоматических чертежников по результатам расчетов, выполненных ЭВМ или представленных на перфоленте.

Обычно электромеханические графопостроители реализуют принцип цифровых приращений. Одному двоичному знаку соответствует определенное элементарное перемещение пишущего узла графопостроителя.

В состав устройства (рис. 54) входят блоки преобразования данных и управления, а также двухкоординатный регистрирующий построитель.

Информация, поступающая от внешних устройств, представляет код выполнения рисунка. Она включает в свой состав вид интерполяции (линейная, круговая, для вычерчивания знаков), скорость вычерчивания линий, масштаб, вид работы: вычерчивание знаков, вычерчивание окружностей и т. д. Блок преобразования данных принимает информацию от источника (ЭВМ или фотосчитывающего устройства), осуществляет линейную и круговую интерполяцию этих данных и выдает сигналы в блок управления, который управляет исполнительными шаговыми двигателями. С помощью этих двигателей пишущий узел перемещается по носителю и выполняет заданную работу.

Рассмотрим в качестве примера характеристики одного из графических устройств.

Графическое регистрирующее устройство рулонного типа с блоком стандартного сопряжения с каналом ЕС-7053 позволяет вычерчивать на рулонных бумажных носителях, имеющих формат рабочего поля 891×1600 мм, чертежи, электросхемы, сетевые графики и другие графические работы. Блок преобразования данных

обеспечивает автоматическое вычерчивание по коду 253 различных символов.

Координатная система двухкоординатного регистрирующего построителя включает в свой состав реверсивный транспортный барабан, перемещающий рулон бумаги по оси X в прямом и обратном направлениях, и привод пишущего узла, перемещающий пишущий узел вдоль образующей барабана в прямом и обратном направлениях. Возможно одновременное движение по двум осям, выполнение как линейной, так и круговой интерполяции.

Линии записи могут быть непрерывными, пунктирными и штрихпунктирными. Скорость вычерчивания может достигать 150 мм/с при элементарном шаге пишущего узла 0,1 и 0,05 мм.

Вычерчивание может производиться линиями толщиной в 0,3; 0,5; 0,8 мм одним из трех цветов в масштабе 1 : 2; 1 : 1; 2 : 1.

§ 35. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В РЕЖИМЕ ДИАЛОГА «ЧЕЛОВЕК — ЭВМ»

Решение некоторых задач управления, особенно оперативного управления, требует активного участия человека в процессе решения их электронной вычислительной машиной. В этом случае должна осуществляться оперативная связь между человеком и органом обработки информации. При режиме обработки информации ЭВМ с учетом оперативного обмена информацией между человеком и машиной человек задает на определенном типе устройства запрос на решение какой-то задачи, вводит необходимые исходные данные в формализованном, но понятном человеку виде, т. е. не требующем сложной перекодировки. Машина воспринимает эту информацию, преобразует ее в машинный вид, решает необходимую задачу, подготавливает ответ в удобном для восприятия человеком виде и выдает его на то же устройство. Обмен информацией может осуществляться как по инициативе человека, так и ЭВМ. Этот режим получил название «диалог».

Диалог — это взаимодействие пользователя (человека, связанного с ЭВМ) и ЭВМ в автоматизированной системе управления с целью обеспечения оперативного решения задач управления, осуществляемое с помощью специальных устройств ввода-вывода информации в реальном или близком к реальному масштабе времени.

В режиме диалога могут работать устройства, находящиеся как в непосредственной близости от машины, т. е. в машинном зале, так и на расстоянии, но связанные с ЭВМ с помощью коммутируемых и некоммутируемых каналов связи.

Все устройства, работающие в режиме диалога «человек-машина», можно разделить на две группы: специальные пульты и универсальные.

Специальные пульты предназначаются для решения строго определенного класса задач. Клавиатура пульта включает кнопки,

каждая из которых предназначается для задания определенного типа запроса или ответа, терминов и операций.

Каждый тип таких пультов использует так называемый «замороженный язык пользователя». В состав этого языка входит определенный набор терминов и операций, применяемых при решении заданного круга задач.

Универсальные устройства позволяют осуществлять связь с ЭВМ на различных языках программирования. В режиме диалога могут работать следующие группы универсальных устройств: видеотерминальные устройства (ВТУ), автоматические пишущие машинки, телеграфные аппараты.

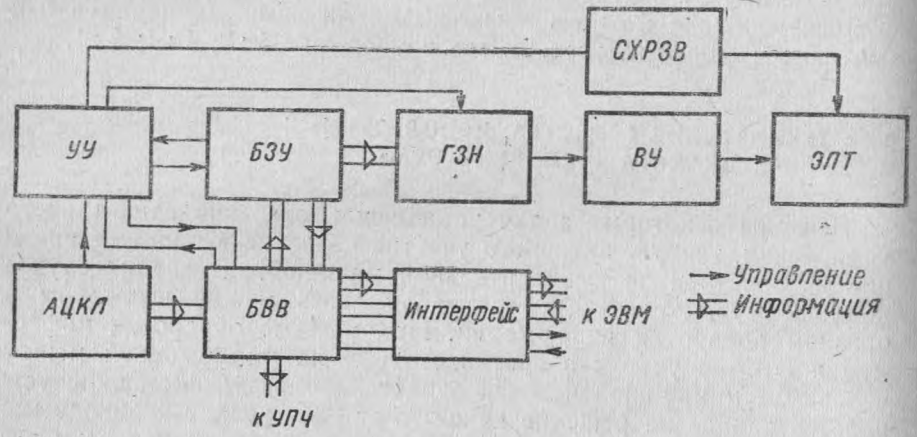


Рис. 55. Структурная схема видеотерминального устройства

Они подсоединяются к мультиплексному или селекторному каналам или непосредственно, или через модемы, концентраторы и устройства сопряжения.

Видеотерминальные устройства (ВТУ). Видеотерминальные устройства (рис. 55) представляют собой скоростные устройства отображения информации с помощью электроннолучевых трубок (ЭЛТ). Основными частями этого устройства являются блок индикации на ЭЛТ, блок управления и алфавитно-цифровая клавиатура.

В основу построения блоков индикации ВТУ положен принцип высвечивания знаков на экране электроннолучевой трубки. Информация на экране электроннолучевой трубки отображается в виде алфавитно-цифрового текста. В ВТУ используются телевизионные кинескопы с размерами экрана от 23 до 61 см по диагонали. Число типов отображаемых символов достигает 128. Информация обрабатывается блоками, равными количеству высвечиваемых на экране знаков. Размеры блоков находятся в пределах от 512 до 2048 знаков, в зависимости от конструкции видеотерминала.

К ВТУ может подключаться печатающее устройство, распечатывающее текст, находящийся на экране ЭЛТ, при этом информация на ЭЛТ не разрушается.

Клавиатура ВТУ включает три группы клавиш: выбора режима, алфавитно-цифровых знаков, редактирования текста.

Основными режимами работы ВТУ являются: прием информации от ЭВМ, обращение к ЭВМ, набор и редактирование информации, распечатка.

В состав видеотерминального устройства входят следующие блоки: электроннолучевая трубка (ЭЛТ); клавиатура (АЦКЛ); блок ввода-вывода (БВВ); буферная память восстановления (БЗУ); генератор знаков (ГЗН); схема развертки (СХРЗВ); схема управления (УУ); видеоусилитель (ВУ).

Устройство в различных режимах работает следующим образом. При отображении на экране информации, принятой от ЭВМ, она вводится через интерфейс ввода-вывода и блок ввода-вывода в буферную память ВТУ. После заполнения буферной памяти видеотерминал переходит в режим автономной работы, не занимая машинного времени ЭВМ. При этом схема управления формирует управляющие сигналы, которые запускают схему развертки ЭЛТ и знакогенератор и производят опрос ячеек буферной памяти. Коды символов из ЗУ поступают в генератор знаков, который расшифровывает их и преобразует в вид, необходимый для подсветки электронного луча. Сигнал подсветки через видеоусилитель поступает на модулятор ЭЛТ, в результате чего символ высвечивается на экране. После этого происходит обращение к буферной памяти, запрос на высвечивания следующего символа. Обращение к памяти производится по каждому знаку. После опроса всех ячеек ЗУ на экране ЭЛТ высвечивается весь принятый от ЭВМ массив информации.

Для поддержания текста на экране в течение некоторого промежутка времени его периодически воспроизводят путем повторного обращения к памяти. Частота процесса воспроизведения информации на экране ВТУ 30—50 Гц. Так как экран покрыт материалом с определенным временем послесвечения, выбирается, называемая критической для данного устройства, частота мелькания изображений. Оператор вследствие инерционности своего зрения воспринимает текст как неподвижный.

С помощью функциональной клавиатуры оператор выполняет все необходимые манипуляции с принятой информацией и в зависимости от характера задачи передает полученную информацию на печать, стирает ее с экрана или после внесения изменений возвращает в ЭВМ.

В режиме набора и редактирования информации оператор подготавливает информацию для ввода в ЭВМ или распечатки. В этом режиме оператор вначале заносит требуемую информацию с помощью клавиатуры в ЗУ. При этом одновременно с записью данных в ЗУ они отображаются на экране. Возникающая таким образом визуальная обратная связь позволяет контролировать

каждый вводимый знак и весь блок информации, высвеченный на экране, и при необходимости редактировать его. Современные ВТУ обладают широкими возможностями по изменению текста с помощью клавиатуры или светового пера. При этом может производиться: стирание отдельных слов, строк или частей строк, всего экрана или его части, раздвижка текста и внесение дополнений, уплотнение текста, перемещение текста в заданном формате по вертикали и т. д.

Местоположение точки, с которой обрабатывается информация, задается в виде движка на экране. Клавиатура позволяет перемещать движок по экрану вправо и влево вдоль строки, со строки на строку или в начало экрана. Это дает возможность подготавливать текст не в виде сплошной записи, а в любой удобной форме.

Подготовленная информация может передаваться поблочно в ЭВМ со скоростью 600/1200 бод (75/150 знаков в секунду) по сигналу оператора или по запросу ЭВМ.

В ВТУ используется несколько методов формирования знаков, которые отличаются законом перемещения электронного луча в месте индикации знака и способом высвечивания его контура.

Генератор знаков вырабатывает сигналы, которые формируют знак на экране ЭЛТ следующими методами: растровым, полиграммным или функциональным.

При растровом методе формирования знака луч перемещается построчно по всему экрану, образуя телевизионный растр.

При полиграммном методе луч перемещается по полиграмме — специальной матрице, состоящей из отдельных отрезков, передвигаясь вдоль которых, он образует какой-то знак. При этом знакогенератор определяет путь движения луча вдоль полиграммы, выбирая необходимые отрезки.

При функциональном методе формирования знаков луч перемещается по контуру знака.

Обычно с методом формирования знаков тесно связан способ высвечивания контура знаков. Из способов высвечивания знаков основными являются следующие: в виде отдельных точек (точечная аппроксимация), отдельными отрезками вертикальных и горизонтальных линий (штриховая аппроксимация), отрезками прямых и кривых линий (кусочно-линейная аппроксимация).

Разработано большое количество типов видеотерминальных устройств, в которых используются эти методы.

В отечественной практике применяются ВТУ «Видит», ЕС-7066, «Видеотон 340» (ЕС-7068) и т. д.

Подключаемые к машинам ЕС ЭВМ ВТУ «Видеотон 340» и ЕС-7066 обладают следующими характеристиками (табл. 7).

ВТУ могут подсоединяться к ЭВМ через устройства управления как обычные внешние устройства и через устройства согласования с каналами связи (рис. 56). Например, устройство ЕС-7066 подсоединяется к ЭВМ через устройство группового управления

Таблица 7

Характеристики ВТУ	„Видеотон 340" (ЕС-7068)	ЕС-7066
Максимальный объем информации на экране, знаков	1280	960, 480
Количество строк	16	12 или 6
Количество знаков в строке	80	80
Количество генерируемых символов	128	128
Метод генерации знака	Точечный, матрицей 5×7 точек	Векторный, с обходом луча по контуру знака
Размеры знака, мм	3,5×2,5	3,5×2,5

ЕС-7566. При этом к одному устройству управления может подключаться до 16 видеотерминалов, удаленных от него на 500 м.

Помимо цифровых видеотерминалов в настоящее время разрабатываются графические видеотерминалы, позволяющие

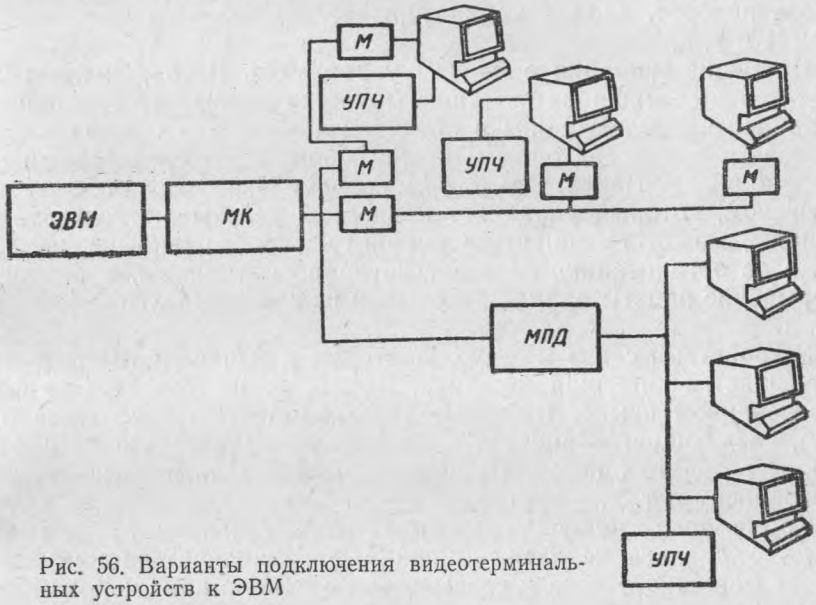


Рис. 56. Варианты подключения видеотерминальных устройств к ЭВМ

выводить на ЭЛТ алфавитно-цифровую и графическую информацию. Эти устройства также могут использоваться для обмена информацией с ЭВМ в графическом виде. Пока такой вид работы нашел применение только при автоматизации проектно-конструкторских работ и в научных исследованиях.

Структура электронных графопостроителей значительно сложнее, чем у цифровых видеотерминальных устройств.

Из отечественных устройств к этой группе относится устройство ввода-вывода алфавитно-цифровой и графической информации ЕС-7064, предназначенное для сложных проектно-конструкторских

и других расчетов, связанных с выводом графической информации на экран ЭЛТ. При этом допускается корректировка изображений на ЭЛТ. Устройство ЕС-7064 может работать только в режиме сопряжения с ЭВМ. В состав его входят следующие функциональные узлы и блоки: устройство управления, буферное запоминающее устройство, блоки генераторов знаков и векторов, блок индикации на ЭЛТ, алфавитно-цифровая и функциональная клавиатура, световой карандаш с управлением и т. д.

Устройство выполнено на электроннолучевой трубке с диаметром 43 см и использует растр размером 1024×1024 точки, знаки формируются дугами и отрезками, вектор вычерчивания графической информации перемещается со скоростью 3 мм/мкс. Буферный блок памяти имеет емкость 8096 байт.

Управление работой устройства осуществляется по программе, которая хранится в местном ЗУ. Используя также программу процессора, световой карандаш и клавиатуру, можно производить различные операции с изображением: стирание, перемещение, выборку, поворот, ввод с клавиатуры текста, обмен изображением с ЭВМ и т. д.

Пишущие машинки с блоком управления. В современных вычислительных машинах пишущие машинки являются обязательной составной частью машины и предназначаются для обмена информацией между оператором и процессором через стандартный интерфейс ввода-вывода. Оператор в современных условиях является человеком, который управляет процессом работы вычислительной машины, может вмешиваться в работу машины, вносить изменения в ее организацию, отвечает на запросы машины, производит прерывание работы одних программ и включение других программ и т. д.

Устройством связи между оператором и вычислительной машиной является пишущая машинка. Диалог осуществляется на формализованном языке. Основные типы команд, используемые при этом, следующие: «Записать с запретом»; «Записать с автоматическим возвратом каретки»; «Читать»; «Управлять звуковой сигнализацией» и т. д.

Кроме того, пишущая машинка может использоваться как средство диалога человек — машина, устанавливаться на удалении от машинного зала и связываться с ЭВМ с помощью каналов связи.

ГЛАВА VII. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭВМ

§ 36. СТРУКТУРА И СОСТАВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭВМ

Под математическим обеспечением ЭВМ понимается комплекс заранее разработанных и придаваемых машине стандартных программ, подпрограмм, языков и трансляторов, организующих эффективную работу определенного типа вычислительных машин.

Структура и состав математического обеспечения развивались и совершенствовались в зависимости от этапов развития ЭВМ. Основу математического обеспечения ЭВМ первого поколения составляла система команд, разработанная для конкретного типа машин. Машины были программно несовместимыми. Качество программ и время, затраченное на ее составление и отладку, во многом зависели от квалификации программистов. Постановка и решение научно-технических и экономических задач требовали большого числа программистов. Поэтому возникла проблема автопрограммирования. Первым шагом в этом плане является создание для каждого типа ЭВМ библиотек стандартных программ и подпрограмм выполнения часто решаемых задач и процедур.

Математическое обеспечение ЭВМ второго поколения включает в свой состав, помимо библиотек стандартных программ, машино- и проблемноориентированные языки автопрограммирования, а также трансляторы перевода программ с этих языков на машинный язык каждого типа машин. Однако набор программ и трансляторов, входящих в математическое обеспечение, у различных типов ЭВМ отличается друг от друга. У некоторых машин второго поколения оно включает набор стандартных программ, которые могут использоваться при необходимости в процессе решения задач, т. е. могут и не использоваться при решении задач.

Структура и состав математического обеспечения ЭВМ третьего поколения резко отличаются от математического обеспечения машин первого и второго поколений. У большинства машин третьего поколения заранее разработан взаимосвязанный комплекс программного обеспечения, без которого не решается ни одна задача, представляющий собой систему математического обеспечения (СМО).

Рассмотрим систему математического обеспечения ЭВМ Единой системы.

Система математического обеспечения ЕС ЭВМ (рис. 57) служит для максимального сокращения времени и затрат на подготовку, отладку и выполнение программ пользователей, для увеличения общей производительности вычислительной машины или системы. Система математического обеспечения включает в свой состав комплексы программ трех типов: операционные системы, программы технического обслуживания, пакеты прикладных программ.

Операционная система представляет собой набор программ и технических средств, организующих решение задачи на машине. Операционная система определенным образом управляет процессом решения задач, начиная от ввода данных и программы в вычислительную систему на различных языках, переводит их на язык машины, согласует быстро- и медленнодействующие узлы машины, регулирует последовательность решения задач, работы отдельных узлов и блоков машины в различных режимах работы.

В системе математического обеспечения ЕС ЭВМ используется четыре типа операционных систем: для модели ЕС-1010; малая

(МОС ЕС) для модели ЕС-1021; дисковая (ДОС ЕС), предназначенная для моделей ЕС-1020, ЕС-1030, ЕС-1040 и ЕС-1050 при использовании памяти от 64 до 128 кбайтов; ОС для моделей ЕС-1020, ЕС-1030, ЕС-1040, ЕС-1050, ЕС-1060 при использовании памяти от 128 и более кбайтов.

Операционные системы обеспечивают эффективное функционирование каждой модели ЕС ЭВМ при заданном объеме памяти независимо от состава внешних устройств и характера решаемых задач. Операционные системы ЕС ЭВМ обладают следующими свойствами, обеспечивающими их функциональные возможности: адаптируемостью, расширяемостью, высокой производительностью, универсальностью программирования, разнообразием режимов работы, стандартным обслуживанием устройств ввода-вывода.

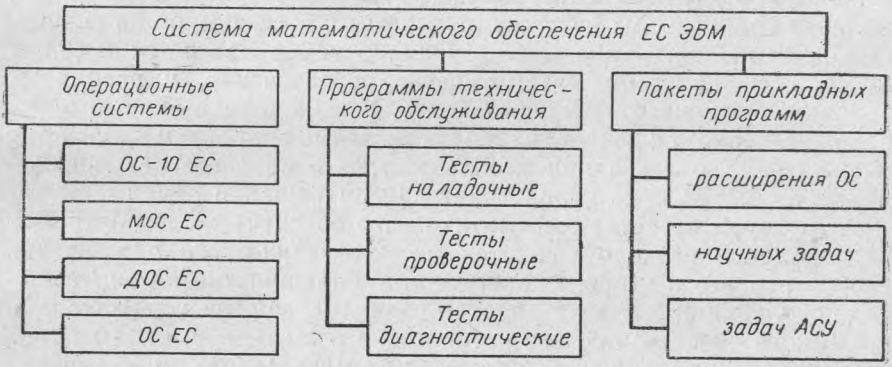


Рис. 57. Структурная схема системы математического обеспечения ЕС ЭВМ.

Адаптируемость характеризует способность функционирования системы в различных условиях. Под условиями в данном случае понимаются конфигурация системы, т. е. используемый набор внешних и внутренних устройств, и область применения машин, класс решаемых задач и его особенности.

Расширяемость системы — способность использования вновь создаваемых технических средств работы с новыми программами для областей применения, не предусмотренных ранее. Операционные системы построены так называемым «открытым» методом для расширения, что позволяет путем нетрудоемких доработок комплекса программ, входящих в операционную систему, включить в работу новые устройства и программы.

Высокий уровень производительности вычислительной системы обеспечивается автоматическим вводом заданий на решение задач, мультипрограммным режимом работы, оптимальным использованием ресурсов системы. При решении большинства задач машина автоматически считывает одно задание за другим, выполняет задания без вмешательства оператора, т. е. решает задачи, выда-

вая диагностические и оперативные сведения по решению задач, например начало решения задачи, окончание решения, запрос на ввод дополнительных данных или условий и т. д.

Универсальность программирования характеризуется включением в систему большого числа языков программирования как универсальных (Алгол, Фортран, ПЛ/I, Кобол, РПГ), так и машинно-ориентированного Ассемблера (Автокод). Следует отметить, что машинный язык в программировании не используется. Такая универсальность в программировании повышает производительность труда программистов.

Операционные системы современных вычислительных машин обеспечивают их работу в следующих режимах: однопрограммном, мультипрограммном, мультипроцессорном, мультисистемном, а также в реальном масштабе времени и с разделением времени. Выполнение этих режимов возможно при управлении работой ЭВМ как от пульта оператора, находящегося в машинном зале вычислительного центра, так и от терминалов — устройств, находящихся на удалении от вычислительного центра и связанных с ЭВМ с помощью каналов связи.

Стандартное обслуживание устройств ввода-вывода информации предусматривает возможность обслуживания широкой номенклатуры разнообразных внешних устройств: устройств ввода и вывода информации на перфокартах и перфолентах, накопителей на магнитных лентах, магнитных дисках и магнитных барабанах, графических и алфавитно-цифровых дисплеев (устройств видеозаписи), графопостроителей и печатающих устройств, читающих автоматов и аппаратуры передачи данных, имеющих стандартные блоки сопряжения друг с другом и с процессором.

Комплекс программ технического обслуживания содержит тестовые программы, которые могут работать как под управлением операционной системы, так и самостоятельно. В основном эти программы применяются для контроля правильности работы машины. Тестовой контроль предназначается для обнаружения отказов оборудования и поиска неисправностей. Для этого служат специальные программы — тесты, которые проверяют работу машины и отдельных узлов. Тестовой контроль проверяет работу машины на период действия программы или защищает программу от случайных сбоев.

По функциональному назначению тесты делятся на три группы: наладочные, проверочные, диагностические.

Наладочные тесты разработаны для контроля отдельных устройств, используются как самостоятельные программы (не в составе операционных систем) и служат для проверки работы устройств в процессе наладки.

Контрольные проверочные тесты предназначаются для обнаружения неисправностей вычислительной машины и составляются с учетом специфики структуры машины. В состав контрольных тестов входит группа испытательных программ, каждая из которых контролирует одно из основных устройств машины — АЛУ, УУ,

ЗУ, УВВ. Такая совокупность тестов позволяет определить устройство, где уже произошел отказ или может произойти.

Тестовый контроль используется при профилактических работах, когда проверка производится в утяжеленных условиях, например при изменении питающего напряжения, увеличении или уменьшении его до определенных пределов. В результате обнаруживаются элементы, склонные к отказу в первую очередь.

Диагностические тесты предназначаются для автоматического поиска места неисправности машины с точностью до отдельного узла или ячейки. Эти программы имеют большой объем и достаточно сложны. Они выполняют сложный анализ информации, возникающей при решении стандартной задачи при заданном составе исходных данных.

Проверочные и диагностические тесты могут использоваться как самостоятельные в ряде машин. А в машинах третьего поколения они работают также под управлением операционной системы. Это позволяет, не останавливая машины, найти и исправить неисправности.

Пакеты прикладных программ (ППП), входящие в состав программного обеспечения машин Единой системы, предназначаются для решения определенных задач. Каждый пакет представляет собой законченный комплекс программных средств, т. е. программ с их описанием, служащий для решения задач определенной направленности.

Все прикладные программы можно разделить на следующие группы пакетов:

1) по расширению основных операционных систем;
2) общего назначения для научных и инженерных расчетов;
3) ориентированные на применение в АСУ.

Пакеты прикладных программ включают набор программных модулей, программы генерации, тестовые программы, руководство по генерации системы, описание контрольных примеров, руководство для пользователя.

Пакеты прикладных программ позволяют решать разные проблемы, включая решение типовых научных, экономических и других задач, обеспечение преемственности программ, созданных для ЭВМ второго поколения («Минск-32», М-220 и т. д.), т. е. обеспечение решения ранее разработанных задач. С помощью прикладных программ может быть использована значительная часть программ, написанных на алгоритмических языках для других ЭВМ и программ для ЭВМ, имеющих близкую систему кодирования.

При подготовке и решении программ на ЭВМ третьего поколения используются термины «задание» и «задача», имеющие определенное толкование.

Заданием называется указание машине выполнить работу в определенной последовательности, например транслирование с входного языка на внутримашинный язык, редактирование и выполнение отредактированной программы.

Задание записывается терминами специально разработанного для данной операционной системы языка управления заданиями, включающего определенный набор операторов, директив, правила построения задания. Каждый оператор задания имеет свой состав, определенный формат записи содержания и размещения на машинном носителе. В задании указываются название программ, имя задания, режим работы, последовательность управляющих операторов для каждой управляющей и сервисной программы, указания по вводу данных и исходной программы, использованию устройств ввода и вывода информации, организации массивов данных, информация о метках томов, файлов данных, сведения по использованию стандартных программ и подпрограмм из различных библиотек и т. д.

Программу решения задачи задание рассматривает как исходные данные.

Задания могут быть одношаговыми и многошаговыми. Например, задание на решение исходной задачи, записанной на одном из входных языков (программы пользователя), может быть записано в виде одного многошагового задания, в состав которого должно быть включено минимум три шага:

трансляция записи задачи с исходного алгоритмического языка на внутримашинный язык;

редактирование полученной промежуточной записи на машинном языке, установление связи со всеми устройствами машины;

выполнение отредактированной программы, решение задачи и выдача результатов ее решения.

Задание на решение этой же задачи можно записать в виде трех заданий, по одному на каждый шаг. Удобство разделения задачи на несколько самостоятельных заданий состоит в следующем. При появлении аварийной ситуации машина снимает задание и переходит к выполнению следующего задания. В первом случае снимаются все три шага одновременно, во втором случае снимается только выполняемый шаг. Это позволяет быстрее найти ошибку. Поэтому деление на отдельные задания целесообразно, например, использовать при отладке задачи.

Задача — работа, выполняемая машиной по одному заданию. В таком виде понятие «задача» сужено. Для выполнения задачи на ЭВМ требуются определенные ресурсы технических средств вычислительной машины (объема оперативной памяти, устройств ввода и вывода информации, внешней памяти, времени процессора и т. д.).

Задачи могут выполняться в одном из двух режимов: однопрограммном и многопрограммном.

В однопрограммном режиме решается только одна задача и все ресурсы технических средств машины используются для реализации этой задачи.

В многопрограммном режиме одновремено выполняется несколько задач, и ресурсы технических средств распределяются между несколькими задачами.

Помимо термина машинной задачи, существует термин «задача пользователя», под которым понимается исходная задача решения определенного вопроса, составленная на исходном алгоритмическом языке. Как уже указывалось, при машинной реализации задача пользователя может состоять из нескольких машинных задач.

§ 37. СТРУКТУРА ОПЕРАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Операционные системы (рис. 58) включают в свой состав следующие группы программ: управляющие и обрабатывающие программы и средства генерации.

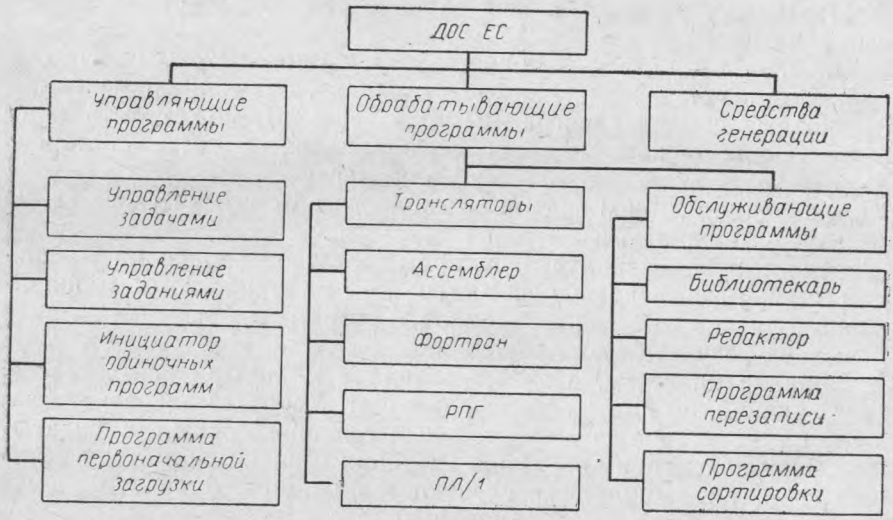


Рис. 58. Структурная схема операционной системы

Управляющие программы предназначаются для организации процесса решения задач и переработки информации различными устройствами и включают в свой состав следующие основные программы: управления задачами, управления данными, управления заданиями, первоначальной загрузки, управления восстановлением системы и инициатор одиночных программ.

Управляющие программы выполняют следующие функции:

подготовку операционной системы к работе (выполняется программой первоначальной загрузки);

прием задания и подготовку его к выполнению (выполняется программой управления заданиями и инициатором одиночных программ);

управление процессом выполнения программ (выполняется супервизором и другими программами);

управление процессом ввода-вывода информации (выполняется системой управления вводом-выводом информации).

Обычно операционные системы обеспечивают многопрограммную работу с фиксированным числом задач. Этот тип многопрограммной работы характеризуется тем, что рабочая область оперативной памяти при генерации системы для конкретной конфигурации машины заранее подразделяется на фиксированное число частей, называемых разделами. Разделам присваивается название и обозначение. В каждом разделе одновременно может выполняться только одна программа. Выполнение ее не зависит от выполнения программы в другом разделе.

При использовании дисковой операционной системы в машине может одновременно выполняться до трех программ, так как память ЭВМ может быть разделена на три раздела.

Разделы в машине называются: фоновый раздел, второй раздел переднего плана, первый раздел переднего плана.

Фоновый раздел всегда присутствует в памяти независимо от присутствия других разделов. Наличие и размеры разделов переднего плана указываются во время генерации системы и в дальнейшем могут изменяться оператором.

За каждым разделом закрепляется определенное число внешних устройств, которые работают только с заданным разделом и не могут использоваться в других разделах.

Таким образом при генерации системы могут быть созданы следующие варианты разделов:

1) фоновый раздел, второй раздел переднего плана, первый раздел переднего плана;

2) фоновый раздел и один из разделов переднего плана;

3) фоновый раздел.

Во всех трех случаях при делении памяти выделяется специальная область управляющей программы, в которую заносятся ядро супервизора и вспомогательные таблицы. Таким образом, в первом варианте память делится на четыре неравномерные части, во втором — на три, в третьем — на две. Память в 64 килобайта, например, можно разделить следующим образом: для супервизора — 14 килобайтов, для фонового раздела — 30 килобайтов, для первого раздела переднего плана — 10 килобайтов и для второго раздела переднего плана — 10 килобайтов.

Между разделами и соответственно между программами, выполняемыми в каждом разделе, устанавливаются приоритеты. Высший приоритет присваивается первому разделу переднего плана, низший — фоновому разделу.

В операционной системе допускается два типа обработки программ — пакетная обработка и обработка одиночных программ.

В фоновом разделе допускается только пакетная обработка, в разделах переднего плана возможны оба режима. Организация пакетной обработки осуществляется программой управления заданиями. Одиночные программы выполняются под управлением программы, которая называется инициатором одиночных программ.

Предоставление каждой программе времени процессора, т. е. подключение определенного раздела к процессору, осуществляется супервизором в зависимости от приоритета и активности раздела.

Раздел считается активным, если в него загружена программа и она готова к выполнению.

Раздел считается неактивным, если в него не загружена программа или в процессе выполнения программы происходит операция ввода-вывода.

Если активны два или три раздела, то супервизор передает управление программами в более приоритетный раздел.

После завершения проблемной программы раздел становится неактивным и управление передается супервизору, который снова определяет, какое задание необходимо выполнять, какой программе предоставить процессор и т. д.

Подготавливает операционную систему к работе после включения и остановки ЭВМ **программа первоначальной загрузки.** Эта программа в оперативную память вызывается оператором с пульта управления. После загрузки в оперативную память программа выполняет следующие процедуры: очистку оперативной памяти, установку ключей защиты памяти, корректировку назначения физических устройств, вызов ядра супервизора в оперативную память.

После подготовки операционной системы к работе, программа первоначальной загрузки передает управление супервизору, а сама переписывается во внешнюю память.

Супервизор после вывода программы первоначальной загрузки вызывает в оперативную память программу управления заданиями или инициатор одиночных программ, которые обеспечивают ввод обрабатываемых заданий.

Программа управления заданиями также заканчивает свою работу передачей управления супервизору для загрузки памяти программой проблемной задачи или транслятором.

Программа управления заданиями подготавливает задание к выполнению, назначает логическим устройствам физические устройства, устанавливает режим работы системы, редактирует и запоминает информацию о метках файлов, томов, записывает информацию в область связи, организует повторный запуск программы с контрольной точки.

Информацию о содержании работ в каждом задании программа получает от управляющих операторов, входящих в состав задания.

Программы управления заданиями обеспечивают обработку непрерывного потока заданий почти без вмешательства человека-оператора. Обработка заданий включает считывание задания из потока, организацию очереди задания, распределение устройств ввода-вывода, передачу управления супервизору и т. д. На человека-оператора в таком режиме возлагаются относительно простые функции (например, установка бобин магнитной ленты магнитных дисков).

При подготовке задания к выполнению программа управления заданиями просматривает оглавления библиотеки абсолютных модулей и выписывает из него в специальную таблицу информацию о расположении в библиотеке абсолютных модулей всех фаз, предусмотренных данным заданием. В дальнейшем эта таблица используется супервизором для вызова фаз программы, поэтому она записывается в специальную область связи с супервизором.

Супервизор при выполнении процедур ввода-вывода использует также таблицы, в которых указывается соответствие логических и физических устройств. Эти таблицы генерируются при создании операционных систем. Они могут быть сгенерированы не полностью. Кроме того, операционная система допускает изменение ранее данного назначения. Операции добавления и корректировки производятся программой первоначальной загрузки с помощью специальных директив.

Информация о метках, используемых при выполнении данного задания томов и файлов, запоминается также программой управления заданиями. Программист с помощью управляющих операторов при составлении задания передает операционной системе информацию о метках томов и файлов, которые в дальнейшем используются для ввода-вывода.

Инициатор одиночных программ подготавливает и выполняет программы, не организованные в пакет. Вызов инициатора одиночных программ запрашивается оператором машины. После запроса оператора супервизор проверяет, может ли исходная программа пользователя быть выполнена инициатором одиночных программ в указанном разделе. Если раздел свободен, то инициатор одиночных программ вызывает в основную память программу пользователя или ее часть из библиотеки абсолютных модулей и подготавливает ее для решения.

Программы управления данными обеспечивают эффективное планирование обмена данными между основной памятью и внешними устройствами и управляет этим обменом. Они предоставляют пользователю гибкие способы организации и доступа к данным, не зависящие от типа устройства, на котором размещаются.

Основу программ управления задачами составляет супервизор, обеспечивающий необходимую последовательность решения задач. Он контролирует работу внешних устройств, распределяет память для рабочих программ, выбирает и подготавливает очередную задачу и рационально использует различные устройства при решении конкретной задачи. При этом он обрабатывает прерывания, удовлетворяет запросы на основную память и на другие устройства, передает управление модулям задачи, завершает задачу и т. д.

Структура, функции и состав супервизора зависят от режима управляющей программы, характера задач и организуются (создаются) при генерации операционной системы.

Обрабатывающие программы предназначаются для сокращения времени подготовки и выполнения программ решения задачи.

Они включают программы двух типов: трансляторы с основных языков программирования и сервисные (обслуживающие) программы.

Трансляторы предназначаются для перевода программ с входных языков на язык машины. В современных машинах используются трансляторы со следующих языков: Ассемблера (машинно-ориентированного языка автокода), Фортрана, Алгола, Кобола, ПЛ/I, РПГ (язык генерации программ отчетов).

В состав обслуживающих или сервисных программ входят:

а) программа-редактор, которая формирует программу, полученную после трансляции, приводит ее к виду, готовому для реализации, т. е. для передачи в основную память и для использования управляющими программами;

б) программы перезаписи, пересылающие и перезаписывающие данные с одного типа носителей на другой, из одного внешнего устройства в другое (МЛ — МД, ПК — МЛ и т. д.);

в) программы сортировки-объединения, упорядочивающие информацию по совокупности признаков в сторону возрастания или убывания;

г) программа-библиотекарь, редактирующая, переорганизующая и модифицирующая данные в системных библиотеках машины, изменяет структуру данных в каталоге и т. д.;

д) программа отладки вновь поступающих программ.

Средства генерации осуществляют генерацию конкретной операционной системы при установке машины перед пуском ее в эксплуатацию.

Операционные системы используют такой принцип построения, который позволяет автоматически формировать нужную операционную систему для конкретной конфигурации технических средств и области применения машины. Обычно операционная система генерируется (организуется) перед началом работ на установленной машине из набора определенных блоков, модулей, каждый из которых выполняет определенные функции. При разработке современных ЭВМ, например комплекса машин Единой системы, разрабатывается обширный набор модулей. Из этого набора для конкретной конфигурации машины и заданного круга задач генерируется операционная система, которая в дальнейшем будет осуществлять автоматическую организацию решения задач на ЭВМ, обеспечивать независимость программы от характеристик подключенных внешних устройств.

Необходимый состав операционной системы выбирает пользователь в зависимости от конфигурации системы, состава технических средств и назначения вычислительной машины.

Для машин одного типа разрабатывается несколько операционных систем. Так, например, для машин Единой системы разработано два типа операционных систем: дисковая операционная система ДОС и операционная система ОС ЕС, отличающиеся своими возможностями, требуемым объемом памяти, временем обслуживания и т. д.

Дисковая операционная система разработана для машин младших моделей и эффективна, например, при решении экономических задач. Она позволяет решать в режиме мультипрограммирования до трех задач, обладает большой гибкостью в обслуживании различных устройств.

ОС ЕС обладает более широкими возможностями по мультипрограммированию (до 15 задач) и управлению наборами данных, использованию более эффективных и мощных трансляторов и сервисных программ.

Для ЕС-1010 разработано несколько мониторов (управляющих программ).

§ 38. ТИПЫ ОПЕРАЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН

Все операции современных вычислительных машин, в зависимости от их функций, можно разделить на пять основных групп: арифметические и логические операции, над кодами, управления, ввода-вывода и обращения к внешним ЗУ, специальные.

Каждый тип вычислительной машины имеет свой набор операций каждой группы, отличающийся составом операций, способом и последовательностью их выполнения и модификацией. Так, например, машины Единой системы ЭВМ имеют 143 типа операций.

Арифметические и логические операции. Способ выполнения этой группы операций во многом зависит от выбранного способа представления чисел, так как он накладывает свои ограничения на состав оборудования АУ, логику выполнения команды. Машины Единой системы выполняют 89 арифметических операций. Арифметические операции включают сложение и вычитание с фиксированной и плавающей запятой, с нормализацией и округлением результата или без них; умножение и деление чисел с фиксированной и плавающей запятой, с нормализацией и округлением результата или без них; сложение, вычитание, умножение и деление чисел в десятичной системе счисления, сложение и вычитание абсолютных величин и чисел, сложение и вычитание порядка.

Все операции электронных вычислительных машин имеют несколько вариантов (модификаций), каждый из которых учитывает местонахождение операндов (величин), используемых при выполнении операций, необходимость записи результата. Например, в двухадресных командах ЭВМ при использовании результата предыдущего действия, находящегося в арифметическом устройстве, в процессе выполнения следующей операции можно использовать второй адрес кода команды для записи результата выполняемой операции. Применение различных модификаций позволяет повысить производительность ЭВМ.

В состав логических операций входят операции сравнения, логического сложения, логического умножения. Все логические операции являются поразрядными, т. е. при их выполнении производится действие над содержанием одноименных разрядов и не про-

исходит передачи от младших разрядов в старшие и наоборот. Выполняются они над двоичными кодами.

Операции над кодами. Операции этого типа в вычислительных машинах используются для преобразования хранящейся в памяти машин информации кодов чисел, символов и команд. К ним относятся: операции сдвига и пересылки кодов и специальные операции над кодами.

В ЭВМ используются три вида сдвигов: логический, арифметический и циклический. При этих операциях коды чисел сдвигаются влево и вправо на заданное количество разрядов. При логическом сдвиге весь код числа рассматривается как единое целое, т. е. не учитывается его деление на мантиссу и порядок, знаковые и цифровые разряды. Разряды, вышедшие в процессе выполнения сдвига за пределы разрядной сетки, пропадают.

При арифметическом сдвиге сдвигается только цифровая часть числа, а значение знакового разряда остается неизменным.

При циклическом сдвиге операции производятся со всем кодом, все разряды равноправны. Эта операция предусматривает сохранение всего кода числа, так как разряды, вышедшие за пределы разрядной сетки, не теряются, а передаются в другой конец слова, старшие вышедшие разряды передаются в младшие разряды, а младшие вышедшие разряды в старшие, образуется своего рода кольцо в передаче кодов. В некоторых машинах при выполнении команд сдвига образованные коды передаются в другое место, в другую ячейку памяти.

При пересылке кодов данные передаются без выполнения арифметических операций. Некоторые модификации операции по пересылке кодов предусматривают передачу с переменой знака или без учета знака.

Специальные операции используются для преобразования кодов чисел и команд. К этим операциям относятся операции сложения и вычитания команд, циклического сложения, присвоения знака, присвоения порядка и т. д.

Операции управления. Большинство современных ЭВМ имеют естественный порядок выполнения команд, т. е. команды программы выполняются последовательно в порядке их записи в оперативном запоминающем устройстве.

Операции управления используются для изменения последовательности выполнения команд программы. К этим операциям относятся: безусловный и условный переходы, групповая операция (управление циклом), останов, операции прерывания основной программы.

Операция безусловного перехода прерывает ход программы и передает управление на выполнение команд новой последовательности, начиная с команды, записанной по одному из адресов, заданному в коде команды перехода.

В операциях условного перехода изменение хода программы зависит от определенного условия, появления одного из управляющих признаков при выполнении предыдущей или текущей коман-

ды. Управляющие признаки отображают, что полученное число является отрицательным или положительным, равным или неравным нулю, числом, вышедшим за разрядную сетку машины, имеющим положительный или отрицательный порядок и т. д.

По значению определенного признака проверяется выполнение условия. Если условие соблюдено, то управление передается команде, адрес которой задан в коде команды условного перехода. Если условие не соблюдено, то выполняется очередная команда.

Операции управления циклом (групповые операции) служат для управления повторением заданной последовательности операций, управления циклическими вычислительными процессами. При использовании этих операций задаются индексные регистры, в которых занисывается количество повторяемых циклов, такт цикла, изменения адреса.

Операции прерывания основной программы служат для обеспечения возможности одновременной работы нескольких устройств машины, например АУ и внешних устройств.

Операция «Останов» прекращает выполнение вычислительной машиной заданной программы. При этом результаты выполнения предыдущей команды могут быть выведены на пульт управления.

Операции обращения к внешним устройствам. Внешними устройствами современных вычислительных машин являются устройства ввода информации с различных носителей, вывода информации на разные носители информации, на устройства видеозаписи и сопряжения с каналами связи, внешние запоминающие устройства.

Обращение к внешним устройствам происходит для управления обменом информацией между оперативным запоминающим устройством и внешними устройствами. К операциям обращения к внешним устройствам относятся: операции обращения к устройствам ввода, операции обращения к устройствам вывода, операции обращения к внешним запоминающим устройствам.

В состав первой группы операций входят операции ввода информации с перфоленты, перфокарты, контроль ввода с машинных носителей, ввод с телетайпа, автоматической пишущей машинки и т. д.

Внешние запоминающие устройства на магнитных лентах передвигают ленту в прямом и обратном направлениях. Для повышения производительности машины используются команды предварительного подвода необходимой зоны ленты. Кроме того, используются команды контроля записи и считывания информации.

Во всех внешних запоминающих устройствах информация записывается и считывается, для чего выполняются соответствующие операции.

Обмен информацией обычно производится в кодах, принятых для внутримашинного обращения, но могут быть случаи, когда информация записывается в виде, пригодном для ее вывода или для контроля ввода.

В кодах команд обращения к внешним ЗУ используются номер устройства, номер лентопротяжного механизма, номер зоны, адреса ячеек, внешнего ЗУ и ОЗУ, с которых производится обмен информацией и количество чисел, подлежащих обмену.

Операции вывода информации представляют собой управление выводом информации на различные носители и через устройства согласования в каналы связи. Информация выводится как на машинные носители (перфокарту, перфоленты) в виде отверстий и текста, графиков, таблиц и т. д., так и на алфавитно-цифровые печатающие устройства, пишущие машинки, телетайп, устройства видеозаписи и т. д. Поэтому в состав команд управления выводом входят операции управления устройствами вывода (пробел, сдвиг каретки, табуляция и т. д.).

Специальные операции. Состав специальных операций определяется структурой и логикой машины, возможностью выполнять сложные операции по преобразованию информации, контролю за работой вычислительной машины. Так, например, в машинах Единой системы используются команды: «Загрузить ССП», «Установить маску системы», «Обращение к супервизору», «Установить ключ памяти», «Диагностика», «Преобразование чисел из десятичной системы в двоичную», «Упаковать числа» и «Распаковать числа» и т. д.

§ 39. ОРГАНИЗАЦИЯ ДАННЫХ И ПРОГРАММ В ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИНАХ

В современных вычислительных машинах процесс взаимосвязи между процессором и внешними устройствами во многом зависит от организации массивов информации, методов доступа к внешним носителям, логической индексации устройств.

Организация массивов. Основным элементом информации, используемым при работе вычислительной машины, является *запись*, представляющая собой минимальную логическую совокупность единиц информации, имеющих законченный смысл, например совокупность реквизитов, имеющих определенный смысл для пользования.

Группа логических записей объединяется в физическую запись, которая называется *блоком* (зоной). В свою очередь блоки объединяются в файлы.

Набор логических записей одного формата называется *файлом* данных. Файлы данных размещаются во внешней памяти, вводятся и выводятся для обработки с помощью других устройств. Для поиска файла во внешнем ЗУ ему присваивается определенное имя — условное название, которое в дальнейшем используется в процессе программирования. Машины не накладывают ограничений на размеры файлов, поэтому в операционных системах предусмотрена гибкая взаимосвязь между файлом и его записью на физическом носителе. Физический элемент внешней памяти называется томом. В качестве тома может рассматриваться катушка магнитной ленты, пакет магнитных дисков. Обычно том имеет посто-

янный размер. При размещении данных на носителе операционная система допускает наличие как многотомного файла, т. е. файла, размещенного, например, на нескольких катушках магнитной ленты, так и многофайлового тома, т. е. размещение на одной магнитной ленте или пакете дисков нескольких файлов.

Логические записи, применяемые в системе записи и хранения, могут иметь три формата (рис. 59): фиксированной длины, переменной длины, неопределенной длины.

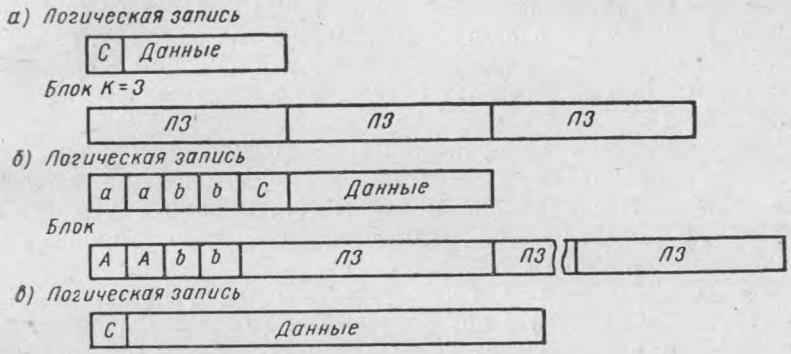


Рис. 59. Форматы записей информации:
а — фиксированной длины; *б* — переменной длины; *в* — неопределенной длины

При использовании формата фиксированной длины вся совокупность записей в файле и в составляющих его блоках имеет фиксированную длину. Длина логической записи определяется или постановщиком задачи или программистом. Логическая запись в данном случае может иметь, например, длину перфокарты (80 байтов) или длину строки печатающего устройства (128 байтов).

В составе логической записи фиксированной длины один символ используется как управляющий, призначный (С).

Файл при использовании формата записи фиксированной длины может быть блокированным или неблокированным, т. е. состоять из блоков или непосредственно из логических записей. При использовании блокированных записей все блоки также имеют фиксированные размеры, т. е. постоянное количество записей. Исключением является обычно последний блок файла, который может быть усеченным, неполным, так как нельзя предусмотреть заранее, чтобы количество логических записей в файле было бы кратным размеру блока.

Логическая запись переменной длины также может быть блокированной или неблокированной, т. е. входить или не входить в состав блока. Каждая запись содержит в своем составе информацию о длине записи (байты а, в). Каждый блок также включает в свой состав информацию о своем размере (байты А). Формат логической записи переменной длины включает в свой состав два

байта признаков, используемых операционной системой, управляющий символ и поле данных.

Логическая запись неопределенной длины может быть только неблокированной, она указывается самим программистом в одном из общих регистров.

Для идентификации массивов в системах записи, а также для защиты информации применяются различные метки, которые используются разными программами операционной системы. К ним относятся метки файлов, тома, метки пользователя. Информация, входящая в метки, заносится в специальные области памяти, к которым обращаются эти программы. Обработка меток, т. е. использование их в процессе управления вводом и выводом информации, производится при работе с массивами на магнитных лентах и магнитных дисках.

Использование стандартных меток файлов для размещения информации на дисках — обязательно. Информация на магнитной ленте может быть записана и без меток, однако в этом случае запись информации будет менее защищенной от посторонних вмешательств, чем запись с метками.

Метки представляют собой служебную информацию специального вида, описывающую характеристики томов и файлов. Метки записываются в определенных частях массивов, в начале, конце файлов, томов и имеют определенную структуру для каждого типа записи. Метки могут иметь большие размеры и включать в свой состав большой объем разнообразных признаков.

В машинах Единой системы, например, стандартные метки занимают объем 80 байтов. В состав этих меток входят следующие признаки: идентификатор метки (начало-конец файла или тома); номер метки в системе записи (однотомной, многотомной, многофайловой); признаки форматов записей, используемые в составе файла; признак блокировки записей информации; регистрационные номера томов в системе записи, принятой в организации; порядковый номер тома или файла; принадлежность тома или файла к определенной подсистеме АСУ или пользователя, а также и другие признаки.

В большинстве случаев каждый признак имеет определенный код, присваиваемый однотипным признакам в рамках всей системы обработки информации, каждому типу признаков отводится строго определенное место в составе метки.

Использование меток освобождает программистов от детального размещения информации и программирования процедур записи и считывания информации на машинные носители.

Методы доступа. Совокупность способов организации данных на внешних устройствах и организация обращения к данным называются методом доступа. Существует несколько методов доступа, которые учитываются при построении операционных систем (рис. 60).

Основными из них являются последовательный, прямой, индексно-последовательный и библиотечный.

Последовательный метод доступа предполагает последовательную организацию данных в файле. Данные выбираются в той последовательности, в которой они были записаны на носителях внешних устройств. Этот метод доступа может быть использован для записи (считывания) файлов, расположенных на перфокартах, перфолентах, магнитных лентах, магнитных дисках.

Применение этого метода не означает, что должна быть обработана каждая запись. Метод допускает пропуск обработки записей, но тем не менее система представляет на обработку последовательно друг за другом каждую запись данных.

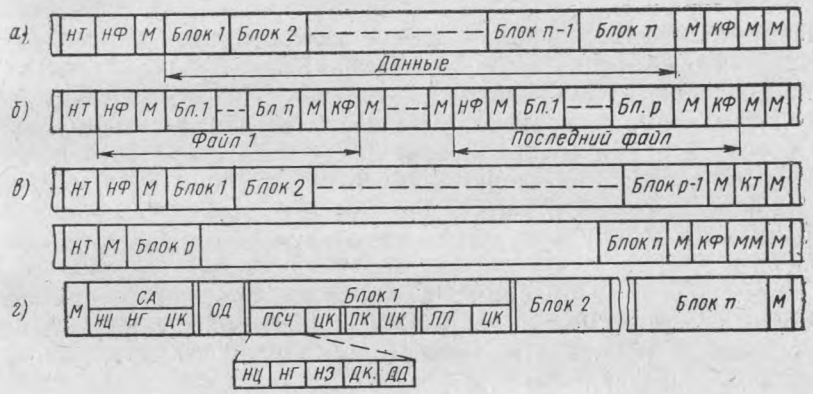


Рис. 60. Организация записи данных на машинных носителях:
а — однофайловый том на МЛ; *б* — многофайловый том на МЛ; *в* — многотомный файл на МЛ; *г* — запись данных на дорожке МД

Например, в современных ЭВМ каждый символ записывается на одной строке, поперек магнитной ленты и, таким образом, вся информация на носителе запоминающего устройства записывается последовательно. В начале тома располагается метка «Начало тома» (НТ), описывающая данную катушку ленты, ее номер в системе учета вычислительного центра, имя владельца, вид записанных данных и т. д. Следом за этой меткой располагается метка «Начало файла» (НФ), в которой указывается наименование файла, номер метки файла, номер тома, если используется многотомный файл, номер модификации файла, если производится обновление файла, дата создания (обновления) файла, срок хранения файла и т. д.

После меток начала тома и файла записывается разделительный маркер (М). В некоторых случаях следом за начальными метками тома и файла предусматривается метка пользователя, в которой указываются специальные признаки, а уже после них — разделительный маркер.

Следом за маркерами размещаются блоки записи информации, после которых также записывается разделительный маркер, который отделяет информационную часть файла от служебной.

Конец файла фиксируется признаком «Конец файла» (КФ). Обычно структура этого признака такая же, как признака «Начало файла».

В машинах одной серии обычно используются стандартные метки, имеющие одинаковую структуру как для начальной, так и для конечной метки. Соответственно они имеют в определенных частях отличительные признаки.

Если том однофайловый, т. е. на катушке магнитной ленты записан один файл, то после метки «Конец файла» записываются два маркера. Если том многофайловый, то после метки «Конец файла» идет маркер, метка «Начало файла», затем содержание второго файла и т. д.

При многотомном файле в конце каждого тома записывается признак «Конец тома» (КТ), а метка «Конец файла»— только в конце последнего тома.

Системы команд современных вычислительных машин содержат большой набор операций обращения к внешним устройствам, включающих операции чтения, записи информации в блок, стирание блоков, движение ленты в прямом и обратном направлениях на один блок (одну зону) или до следующего разделительного маркера и т. д.

С помощью этих операций, а также информации, хранимой в служебных метках, можно запрограммировать разнообразные процедуры поиска и обработки информации внутри файлов, поиска и идентификации файлов и т. д.

Метод прямого доступа специально разработан для запоминающих устройств на магнитных дисках. Этот метод позволяет обращаться к логической записи независимо от ее положения на носителе.

Запись на магнитном диске может идентифицироваться двумя способами: по идентификатору, указывающему номер цилиндра, номер дорожки и номер записи на дорожке, и по ключам с использованием области ключей записи.

В первом случае использование ключей необязательно. Этот метод менее гибок, так как требует конкретного размещения данных на заданных дорожках носителя.

Более гибким является второй метод. Информация на магнитном диске в этом случае может записываться блоками переменной длины. За меткой начала дорожки размещаются два блока служебной информации.

Первый из них называется «Служебным адресом» (СА) и состоит из номера цилиндра (НЦ) и номера магнитной головы внутри цилиндра (НГ), а также контрольных разрядов (ЦК).

Второй служебный блок называется «Описанием дорожки» и характеризует степень заполнения дорожки данными, адрес запасной дорожки и т. д.

После служебных блоков записываются информационные блоки, в состав которых входят поле счетчика (ПСЧ), поле ключа (ПК), поле данных (ПД).

Поле счетчика включает служебную информацию: номер цилиндра (НЦ), номер головки (НГ), номер записи (НЗ), длину ключа (ДК) и длину данных (ДД), поле ключа — признаную информацию, характеризующую данную запись (имя файла и другие признаки), поле данных — одну или несколько информационных логических записей.

Логическая индексация устройств и организация программ обращения. Современные вычислительные машины позволяют подключать большое количество внешних устройств (устройств ввода и вывода информации, внешних запоминающих устройств). Количество устройств, используемых различными пользователями однотипных машин, также может отличаться.

Для обеспечения независимости программирования от внешних устройств при использовании операционных систем применяется метод символического кодирования внешних устройств. Сущность его состоит в следующем. Для системы машин определяется функционально необходимый набор внешних устройств. Каждому функциональному типу устройств присваивается символическое имя. Эти символические имена используются при записи программ, т. е. в процессе составления программы не пишутся конкретные адреса, а используется их условная запись. Соответствие логической записи устройства конкретному названию физического устройства устанавливается программистом или оператором непосредственно перед выполнением программы на машине. При этом задается только соответствие между устройствами на входе программы, а в состав программы его вносят специальные программы.

Использование логической индексации устройств повышает производительность машины, так как позволяет оперативно заменять одни устройства другими, даже разнотипными, при поломке, занятости устройств и т. д. Например, при занятости устройств вывода информации на печать оператор может вывести результаты решения задачи на магнитную ленту как на промежуточный носитель, освободив процессор и оперативную память для решения другой задачи. При освобождении устройств печати может быть произведена перезапись с магнитной ленты на печать.

Все логические устройства подразделяются на системные устройства и устройства пользователя.

К системным для ЕС ЭВМ и ИБМ 360 относятся следующие логические устройства:

ввода управляющих операторов (ввод может осуществляться при реализации в виде ввода с перфокарт, магнитных лент, магнитных дисков);

ввода данных;

вывода данных (на перфокарту, магнитную ленту, магнитный диск);

для вывода информации на печать (АЦПУ, ВЗУ на магнитной ленте или магнитном диске);

связи с оператором (пишущая машинка или АЦПУ); для размещения резидентной системы;

для входной информации для программ редактора;
для размещения личной библиотеки объектных модулей;
для размещения личной библиотеки исходных модулей.

Логические устройства пользователя включают в свой состав условные названия внешних устройств, которые используются в формах записи программ. Управление вводом и выводом информации осуществляет совокупность программ, которая называется системой управления вводом-выводом или супервизором ввода-вывода. В ее состав входят физическая система управления вводом-выводом (ФСУВВ) и логическая система управления вводом-выводом (ЛСУВВ).

Физическая система управления вводом-выводом управляет передачей данных между внешними устройствами и оперативной памятью. Основная функция ФСУВВ состоит в управлении последовательностью работы устройств, без учета логического содержания, формата и организации вводимых и выводимых записей.

Функции ФСУВВ реализуются программой супервизора, которая постоянно находится в основной памяти при выполнении всех программ. Эта программа входит в ядро супервизора. На физическую систему возлагается ответственность за ввод отдельных устройств и контроль за их работой. При подаче требования на операцию ввода-вывода ЛСУВВ предоставляет ФСУВВ информацию, содержащую шифр логического устройства, на котором должна быть выполнена операция ввода-вывода, адрес канала ввода-вывода (селекторного или мультиплексного), программы управления им, а также указания о действиях, которые должны быть выполнены в случае возникновения сбоев. Физическая СУВВ определяет канал, на который был сделан запрос. Соответствующая программа супервизора проверяет занятость соответствующего канала и устройства. Если канал и устройство не заняты, то операция ввода-вывода выполняется. Если они заняты, то запрос на ввод-вывод ставится в очередь. При освобождении канала поставленная в очередь операция ввода-вывода выполняется.

Если при выполнении операции ввода-вывода физическая система управления обнаруживает ошибки, то она эту операцию выполняет снова и так несколько раз, пока не ликвидируется ошибка.

При нормальном окончании операций ввода-вывода ФСУВВ информирует об этом ЛСУВВ, представляет ей первую запись введенного блока и передает управление ЛСУВВ.

Если произошел неустранимый сбой, то физическая система управления информирует об этом логическую систему. При работе программы должна быть предусмотрена соответствующая реакция на возможные ситуации, которые задаются при описании файла. Возможными реакциями могут быть: передача управления диагностической программе и приостановка выполнения исходной программы, игнорирование сбоя передачи байта и передача информации дальше, пропуск блока и передача следующего блока и т. д.

Логическая система управления вводом-выводом включает в свой состав программы, которые производят операции с информационными записями. Эти программы называют логическими модулями. Для каждого типа внешнего устройства и метода доступа, если одно устройство допускает несколько методов доступа, существуют обобщенные логические модули. Эти модули производят операции блокировки-разблокировки записи, проверку записей, выделение меток начала, конца файлов, тома и т. д.

Используя описания файлов, приведенные в программе пользователя, обобщенные логические модули реализуют конкретную операцию ввода-вывода.

§ 40. ЯЗЫКИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Под языком программирования понимается совокупность набора символов, используемых для описания программ, системы правил образования конструкций языка (синтаксис) и системы правил истолкования этих конструкций (семантика языка).

По сложности конструкции все алгоритмические языки можно разделить на три группы:

машинные языки команд (система команд конкретной вычислительной машины);

машинно-ориентированные языки автопрограммирования;

универсальные проблемно-ориентированные языки автопрограммирования.

Структура языка включает: набор основных символов (алфавит), слова, выражения, операторы (предложения).

Каждый алгоритмический язык имеет набор строго определенных символов, составляющих алфавит. Эти символы являются неделимыми знаками алгоритмического языка, хотя могут быть как знаками русского или латинского алфавита, цифрами, знаками препинания, словами, так и словосочетаниями на естественном языке.

Для описания алгоритмов эти символы используются в соответствии с жестко регламентированными правилами.

Алгоритмические языки обычно строятся по иерархическому признаку: из символов образуются простые элементы описания (слова), из простых — сложные, из сложных — более сложные и т. д. Из символов образуются слова алгоритмического языка. Слова являются минимальными единицами языка, которые имеют смысл. Выражения представляют собой группы слов и обычно служат для описания некоторых величин.

Оператор является минимальной структурой языка, которая задает полное описание некоторых вычислений.

При описании языка указываются допустимые символы, правила образования слов, выражений, которые используются в данном языке, и типы операторов, из которых состоит язык.

Каждая вычислительная машина имеет свой внутренний машинный язык, включающий систему команд и правила составления программ из этих команд. Эта система имеет свой алфавит, в основном цифровой, свои слова для записи чисел и команд, свои выражения, определяющие систему команд, записанные в восьмиричной или шестнадцатиричной системе счисления, свои правила построения программ, синтаксис языка.

Семантика языка программирования на данной машине объясняет правила истолкования каждой модификации, каждого типа операций.

Машинный язык очень беден. Его словарь включает несколько десятков слов-команд, означающих определенные элементарные действия. Следует отметить, что с помощью этого языка выражается большое разнообразие сложных операций по обработке данных в разнообразных сферах человеческой деятельности. Недостатком каждого машинного языка является то, что он индивидуален, т. е. применим только для конкретного типа вычислительных машин и не является общепринятым. Например, система команд ЭВМ «Минск» неприменима для ЭВМ «Урал».

При ручном программировании алгоритмы на машинный язык переводятся программистом. При этом от программиста требуется знание как системы команд машины, так и алгоритма решения задачи. При составлении сложных программ эта работа трудоемка, сопровождается зачастую большим количеством ошибок. Потому решение задачи представляет собой длительный процесс составления программы, ее отладки и доработки.

Кроме того, одним из важнейших недостатков ручного программирования является то, что каждая программа применима для машин одного типа. Например, программа для ЭВМ «Раздан-2» неприменима для машин «Минск-22» и тем более для «Урал-14», так как машины используют различные адресность и систему команд.

Под автоматизацией программирования понимается автоматизация процесса программирования в соответствии с заданным описанием алгоритма. Результатом автоматического программирования является программа, составленная на отличном от машинного языке.

Все языки автоматического программирования по сложности подразделяются на машинно-ориентированные и универсальные проблемно-ориентированные.

Машинно-ориентированные языки имеют меньшую сложность, чем универсальные языки, и разрабатываются для машин одного типа, например для ЭВМ «Минск-22», «Минск-32», машин ЕС и машин АСВТ.

Языки автоматического программирования являются внешними языками для любой вычислительной машины. Операции машина выполняет по командам машинного языка, который является внутренним языком машины. Только по командам, записанным на этом языке, система управления машиной выполняет операции.

Поэтому для каждого внешнего входного языка разрабатываются специальные программы перевода команд с внешнего языка в команды на внутреннем языке машины. Эти программы называются трансляторами. Программа, записанная на языке автоматического программирования, называется исходной программой, исходным модулем. Процедура перевода программы из записи на исходном языке на внутримашинный язык называется трансляцией, а время перевода — временем трансляции.

Смысл применения машинно-ориентированных языков заключается в использовании символических кодов вместо машинных, использовании системы автоматического распределения памяти и присвоения действительных адресов. В машинно-ориентированных языках используется запись кодов операций в мнемоническом, символическом виде, а кодов адресов также не в числовом виде, а в виде условных наименований. Такая запись программы особенно удобна в случаях, когда составляется программа, использующая адреса чисел или команд, местоположение которых в памяти еще не известно. Процедуру перевода из условной записи адресов и команд в действительные адреса и команды выполняют обслуживающие программы, к которым относится и транслятор.

Каждый машинно-ориентированный язык использует алфавит, состоящий из букв русского и латинского алфавита, цифр и знаков препинания и математических отношений. Так, например, язык символического кодирования машин «Минск-32» использует 78 символов. Из этого алфавита составлен определенный набор слов, каждое из которых имеет определенное значение. Символические названия и определенные условные коды присваиваются всем основным понятиям, используемым при составлении программы. В частности, всем операциям присвоен определенный мнемонический буквенный код, который легко расшифровывается.

Сущность создания универсальных алгоритмических языков состоит в следующем.

В каждой конкретной определенной сфере человеческой деятельности (математике, экономике, обработке информации и т. д.) используется достаточно ограниченное количество слов. При этом значение большинства слов заранее оговаривается. Сфера используемой документации и выполняемых операций не требует применения сложных правил синтаксиса. Благодаря отказу от сложных оборотов можно упростить правила построения предложений.

На основе ряда допущений можно разработать искусственный язык для выполнения работ в определенной области. Этот язык будет иметь ограниченный словарь, слова — однозначное толкование, правила описания процедур достаточно просты. Этот язык непригоден для создания художественных произведений, однако достаточен для описания инструкций по обработке информации и решения задач.

Преимущество такого языка при описании этих процедур обработки информации состоит в том, что он доступен неспециалистам или требует минимальной их подготовки для его освоения.

Этот язык менее детален, чем машинный язык. Одно слово или фраза, написанные на этом языке, для своего выражения на машинном языке потребуют определенного количества машинных команд.

Разработано около двух тысяч алгоритмических языков, ориентированных на решение самого различного рода задач в 200 областях применения вычислительных машин.

Одним из наиболее распространенных алгоритмических языков, предназначенных для описания в основном вычислительных процессов, является «Алгол-60».

Как все проблемно-ориентированные языки, «Алгол» эффективен лишь для программирования того класса задач, для которого он предназначен. Этим языком удобно описывать задачи, сводящиеся к вычислению по математическим формулам. В то же время «Алгол» не имеет в своем составе средств для «привязки» решений ко времени (астрономическому или условному), для оперирования с большим числом признаков, скомпанованных тем или иным способом в машинные слова, для обработки таблиц и т. д. Поэтому попытки использовать «Алгол» для решения экономических задач или задач, работающих в реальном масштабе времени, оказывались обычно неудачными.

Для решения экономических задач применяются другие языки, в частности «Кобол», «Фортран», «Алгэк», «Симула», РПГ, ПЛ/I и т. д.

При решении задач на современных электронных вычислительных машинах, например на машине Единой системы, программа проходит три этапа преобразования.

Как уже указывалось ранее, при разработке программ для ЭВМ Единой системы запись программ в кодах машин практически исключена. Любая программа записывается на машино-ориентированном языке Ассемблера или универсальных алгоритмических языках, т. е. одна часть на одном языке, например Ассемблера, а вторая на другом языке, например Фортране или РПГ.

Программа, написанная на входном языке, называется *исходным модулем.*

С помощью трансляторов, обслуживающих запись программы на определенном языке, исходная программа (исходный модуль) переводится в промежуточную программу, которая называется *объектным модулем.* Структура объектного модуля одинакова для всех входных языков и всех версий вариантов транслятора. Он представляет собой запись программы на машинном языке. Однако объектный модуль тоже не используется непосредственно для решения задачи на машине, так как не имеет привязки к конкретным адресам.

После трансляции выполняется этап редактирования.

Операцию редактирования производит специальная программа-редактор, приводящая транслированную программу к виду, который может быть использован при решении задачи машиной. Программа этого вида называется *абсолютным модулем.* Абсолютный

модуль может состоять из нескольких частей, каждая из которых называется абсолютной фазой. Абсолютные фазы передаются в основную память и затем используются непосредственно для управления процессом решения задачи.

§ 41. ОБСЛУЖИВАЮЩИЕ ПРОГРАММЫ ОПЕРАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Основными обслуживающими программами являются программы: библиотекарь, редактор, сортировки.

Программа-библиотекарь представляет собой совокупность программ, предназначенных для создания, копирования и корректировки библиотек, используемых в операционных системах. В большинстве операционных систем современных ЭВМ используется три вида библиотек: абсолютных модулей, объектных модулей и исходных модулей.

Размеры библиотек определяются потребителем (пользователем) во время генерации системы. Программа-библиотекарь позволяет записывать новые элементы в библиотеку, удалять из нее устаревшие элементы, печатать и перфорировать отдельные элементы библиотеки, печатать сведения о составе библиотеки.

Библиотека абсолютных модулей хранит программы, используемые для непосредственного управления работой ЭВМ. Эти модули состоят из фаз. По каждой фазе в оглавлении библиотеки хранится следующая информация: имя фазы, адрес фазы на диске, количество байтов в последней физической записи фазы, адрес оперативной памяти, начиная с которой будет загружаться фаза, точка входа в фазу.

Для удобства поиска фаз, относящихся к одной программе, каждая фаза одной многофазовой программы имеет одинаковые первые символы в имени.

Библиотека объектных модулей хранит блоки объектных модулей фиксированной длины. Объектные модули представляют собой запись программы, полученной в результате трансляции с входного алгоритмического языка на машинный язык. В составе библиотеки объектных модулей обычно хранятся стандартные программы и подпрограммы, используемые в составе других программ как составные части.

Оглавление библиотеки объектных модулей хранит следующую информацию о каждом объектном модуле: имя модуля, адрес модуля на диске, количество физических блоков, соответствующих одному модулю, количество байтов в последней записи модуля.

Библиотека исходных модулей хранит программы, записанные на входных алгоритмических языках. Элементом такой библиотеки является книга, представляющая собой запись операторов программы на входном языке. Книги библиотеки исходных модулей записываются блоками фиксированной длины. Совокупность книг, записанных на одном языке, может объединяться в подбиблиотеки. Оглавление библиотеки исходных модулей хранит следующую информацию: имя подбиблиотеки, имя книги, адрес книги на дис-

ке, количество физических блоков или записей в соответствующей книге, количество байтов в последней физической записи данной книги.

Программа-библиотекарь включает в свой состав программы и подпрограммы выполнения функции корректировки, сервиса, создания и копирования.

Указание на выполнение соответствующих функций задается программистом при помощи управляющих операторов на этапе составления задания на решение исходной задачи.

При корректировке выполняются следующие функции:

каталогизация — запись элементов программы в соответствующую библиотеку на постоянное хранение;

удаление — исключение записи об элементе системы из оглавления библиотеки;

сжатие — исключение из библиотеки физической записи соответствующего удаленного элемента;

распределение — переопределение размеров библиотек и оглавлений.

Сервисные функции библиотекаря включают выполнение процедур печати, перфорации, одновременно печати и перфорации содержимого отдельных элементов библиотеки, оглавлений или целых библиотек.

Выполнение функций создания и копирования дает возможность пользователю получать копии системных и личных библиотек, создавать новые системные и личные библиотеки.

Копирование позволяет получить копии библиотек или их частей на одной машине для дальнейшего использования на другой машине. В частности, это удобно при использовании отлаженных программ решения задач управления на других машинах. Для этой цели можно снять копии программ на сменные магнитные диски, которые затем перевезти и установить на другой машине.

Все библиотеки по своему назначению разделяются на системные, программы которых используются во всех режимах работы ЭВМ и всеми пользователями, и личные пользователей или групп пользователей. В состав личных библиотек включаются программы, используемые для решения ограниченного круга задач, например, одной подсистемы АСУ. В состав системных библиотек входят программы операционных систем.

Программа-редактор используется после трансляции. Она выполняет операции над объектными модулями. В результате работы этой программы получается фаза абсолютного модуля, имеющая конкретную привязку к оперативной памяти, непосредственную адресацию. В некоторых операционных системах используются несколько видов редактирующих программ.

Функции, выполняемые программой-редактором, включают преобразование текста объектных модулей программы, сборку программы из объектных модулей или программных секций этих модулей, формирование фаз абсолютных модулей и размещение сформированных фаз в библиотеку абсолютных модулей.

Фаза представляет собой минимальную форму представления программы, которая загружается в оперативную память для выполнения целиком. Она не может быть загружена в память по частям. Поэтому программист заранее должен сообщить при составлении задания возможность деления программы на фазы. Размеры фазы не являются стандартными и определяются исходя из конкретных условий. Необходимость деления программы на фазы определяется размерами программы.

Программа-редактор выполняет свои функции на основе информации, включающей объектные модули и управляющие операторы. Объектные модули имеют стандартную структуру.

Управляющие операторы предназначаются для указания задания на редактирование. С их помощью задается режим редактирования, характеристика фаз программы, модульной структуры фазы и точки входа в фазу.

Процедура редактирования состоит из формирования текста фаз и оглавления, размещения фаз в библиотеке абсолютных модулей на постоянное или временное хранение, выдачи побочных сообщений.



Рис. 61. Последовательность трансляции и редактирования программ на ЭВМ

При формировании текста фаз компонуется текст фаз из объектных модулей и программных секций (частей объектных модулей), происходит автоматическое включение недостающих объектных модулей, преобразование адресных констант в действительные адреса, организация связей между модулями и фазами, установление точек входа в фазы и т. д.

Для помещения сформированных фаз в библиотеку абсолютных модулей программа-редактор формирует запись о каждой фазе, которая затем помещается в оглавление библиотеки абсолютных модулей.

Сформированные фазы абсолютных модулей могут быть занесены в библиотеку на постоянное или временное хранение. При занесении сведения о данной фазе на постоянное хранение она записывается в оглавление библиотеки. При временном хранении фаза находится в библиотеке только в пределах одного задания, запись о данной фазе находится в системной рабочей области.

Сама программа-редактор представляет собой многофазовую программу, которая хранится в библиотеке абсолютных модулей.

На рис. 61 представлен вариант работы обслуживающих программ операционной системы по подготовке к решению исходной задачи, составленной на нескольких алгоритмических языках. Исходная программа включает в свой состав несколько исходных модулей (ИМ), каждый из которых составлен на определенном языке. Некоторые исходные модули могут входить в состав биб-

лиотеки исходных модулей. Для их выборки в состав задания включаются соответствующие операторы.

Каждый исходный модуль с помощью транслятора переводится с исходного алгоритмического языка на внутримашинный язык и представляется в виде объектного модуля (ОМ).

Собирает объектные модули, объединяет их в одну программу в виде абсолютных модулей (АМ) программа-редактор. При этом эта программа включает в состав программы пользователя объектные модули из библиотеки объектных модулей. Готовая программа заносится в библиотеку абсолютных модулей или с помощью программы-загрузчик переписывается в определенную область оперативной памяти для непосредственного выполнения.

Программа сортировки упорядочивает записи файлов в соответствии с определенной последовательностью признаков, а также объединяет несколько предварительно упорядоченных файлов в один упорядоченный файл (слияние файлов).

Признак, по которому производится упорядочение, называется управляющим полем. Программа сортировки позволяет сортировать по нескольким управляющим признакам. Например, программа сортировки дисковой операционной системы использует до 12 признаков, каждый признак при этом может включать в свой состав несколько байтов, однако общий объем признаков не должен превышать 256 байтов. Каждый признак не ограничивается размерами.

Описание работы по сортировке и слиянию задается в составе задания с помощью управляющих операторов.

§ 42. УПРАВЛЕНИЕ ВЫПОЛНЕНИЕМ ПРОГРАММ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОПЕРАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Функции управления процессом решения задач пользователя осуществляет комплекс программ, которые называются программами управления задачами и мониторами. В различных операционных системах состав мониторов и выполняемые ими функции отличаются друг от друга. Так, например, операционная система ЭВМ ЕС-1010 включает в свой состав четыре монитора, каждый из которых имеет различный объем функций и предназначается для обеспечения выполнения задач при определенных конфигурациях машины (объем оперативной и внешней памяти, состав внешних устройств). Основное ограничение на состав функций монитора накладывает объем оперативной памяти. В старших моделях ЕС, в которых объем оперативной памяти менее лимитирован, в составе одной операционной системы используется единый состав программ управления задачами.

Основной частью монитора является супервизор.

Таким образом, супервизор — это основная часть управляющей программы, обеспечивающая выполнение исходной программы, например управление работой флота, начиная от момента ввода задания на ее решение и до завершения этой программы.

Основные функции, которые выполняет супервизор дисковой операционной системы, состоят в следующем:

1) распознавание прерываний;

2) планирование работы каналов машины: мультиплексного и селекторных;

3) обработка сбоев внешних устройств;

4) вызов программных фаз из библиотеки абсолютных модулей;

5) выполнение процедур, связанных с завершением задания;

6) организация связи с оператором;

7) обслуживание таймера;

8) создание контрольных точек;

9) распределение времени процессора при мультипрограммном режиме работы.

Супервизор включает в свой состав набор программ и подпрограмм, которые хранятся в библиотеке абсолютных модулей. В некоторых операционных системах все программы супервизора объединены в две группы: ядро супервизора и транзитные.

В состав ядра супервизора входят наиболее часто употребляемые программы. Ядро супервизора заносится в управляющую область оперативной памяти программой первоначальной загрузки и постоянно находится в ней при работе машины.

Транзитные программы супервизора вызываются в оперативную память в случаях, когда необходимо выполнить функции, не реализованные ядром супервизора. Транзитные программы вызываются ядром супервизора в транзитную область оперативной памяти, входящей в состав области управляющей программы.

Таким образом, оперативная память машины при использовании таких операционных систем может быть разделена на следующие части (области):

1. Рабочая область для программ пользователей, состоящая из разделов.

2. Область связи с супервизором.

3. Область управляющей программы, включающая ядро супервизора и транзитную область.

В состав ядра супервизора входят следующие основные программы:

планировщик каналов, включающий группу подпрограмм;

системный загрузчик;

программа обработки прерываний при обращении к супервизору;

установка ключей защиты памяти при мультпрограммном режиме работы;

программа обработки программных сбоев;

программа обработки внешних прерываний;

программа обработки сбоев резидентного устройства, таблицы;

программа обращения к таймеру (датчику времени) и т. д.

К транзитным программам относятся:

«внимание»;

обработка сбоев внешних устройств;
обработка окончания задания и т. д.

Многие функции супервизор выполняет по требованию проблемных программ. Это осуществляется с помощью макрокоманд связи с супервизором, в состав которых входят команды обращения к супервизору. Макрокоманды связи с супервизором задают выполнение следующих функций: вызов фаз из библиотеки абсолютных модулей, определение текущего времени, установка таймера на заданный интервал, выполнение операции ввода-вывода, приостановка выполнения программы до момента выполнения определенного события и т. д.

Планировщик каналов состоит из группы подпрограмм, которая вводит очереди запросов к устройствам ввода-вывода, защищает операции ввода-вывода, обрабатывает все прерывания и сбои вывода-ввода, контролирует корректности использования дисков и т. п.

Планировщик каналов составляет очереди к устройствам вывода следующим образом. При поступлении запроса от проблемной программы на операцию ввода-вывода он определяет адрес физического устройства, анализирует занятость канала и устройства. Если канал или устройство заняты, то запрос на ввод-вывод к данному внешнему устройству ставится в очередь (запоминается в специальной таблице), а управление передается обратно проблемной программе. Если проблемная программа не может продолжаться без ввода-вывода, то должна быть выдана команда приостановки ее выполнения до момента выполнения определенного события, т. е. ввода информации. Если устройство и канал свободны, то планировщик запускает операцию ввода-вывода. При появлении сбоя в канале управление снова передается планировщику, который проверяет состояние канала и анализирует причину сбоя, после чего супервизор определяет дальнейшие действия и может принять следующие решения: игнорировать сбой, избавиться автоматически от сбоя путем многократного чтения или с помощью оператора, передать управление программе пользователя для принятия решения, так как может быть случай, когда программист дает в составе задания или программы указания по обработке сбоев, прекратить выполнение задания.

Системный загрузчик вызывает фазы проблемной программы из библиотеки абсолютных модулей по запросу.

Проблемная программа может состоять из одной фазы и из нескольких фаз абсолютных модулей. Запрос на вызов первой фазы проблемной программы в режиме пакетной обработки производит программа управления заданиями, а в одиночном режиме — инициатор одиночных программ. Запрос на вызов остальных фаз программы осуществляется самой программой, через загрузчик программ, который автоматически вводит все программы, выполняемые машиной, кроме ядра супервизора.

Завершиться выполнение заданий супервизором может как с нормальным, так и с аварийным окончанием.

Процедуру завершения производит соответствующая подпрограмма супервизора.

Нормальное завершение задания сопровождается выдачей определенного сообщения, которое воспринимается как конец шага программы или всей программы. В этом случае подпрограмма завершения задания супервизора с помощью системного загрузчика вызывает программу управления заданиями для выполнения следующего шага задания или нового задания.

При ненормальном (аварийном) завершении программы действия машины определяются типом операторов, указанных в задании. Аварийное завершение программы может произойти вследствие ошибок в программе, неисправностей, сбоя устройств ввода-вывода информации и т. д. При этом выполнение программы прекращается, необходимые данные распечатываются, оставшиеся шаги задания не выполняются, вызывается супервизор, который передает управление программе управления заданиями для выполнения следующего задания. Кроме того, при аварийном завершении программы машина печатает сообщение о причине невыполнения задания.

Супервизор распознает прерывания — прекращения выполнения текущей программы. Все причины прерываний разделены на несколько видов: обращение к супервизору, программный сбой, машинный сбой, прерывание ввода-вывода, внешние прерывания. Каждая из подпрограмм, входящих в состав супервизора, обслуживает определенный тип прерывания.

Каждая выполняемая программа характеризуется определенным набором информации, характеризующим ее работу и используемым при работе системы прерывания. Эта информация объединяется в слово состояния программы (ССП). В состав этого слова включается код прерывания, маска системы, содержимое счетчика адреса команд, указывающее адрес следующей невыполненной команды данной программы и т. д.

При возникновении любой из причин прерывания машина обращается к супервизору и запоминает текущее ССП, выбирает новое ССП и переходит к обработке соответствующего прерывания.

Перед началом обработки прерываний супервизор обеспечивает сохранение состояния прерванной программы, переписывает в определенную область памяти содержания всех регистров, а также ССП. После запоминания информации супервизор уточняет прерывание. Если одновременно возникло несколько прерываний, то супервизор выбирает программу, имеющую наибольший приоритет прерывания, и производит необходимую обработку прерывания соответствующей подпрограммой.

При использовании операционных систем предусматривается связь между оператором и вычислительной машиной, управляемой операционной системой. Связь оператора с системой заключается в обмене информацией между программами системы и оператором, обслуживающим машину, в виде сообщений от машины к оператору, которые печатаются на определенном устройстве и об-

ратной передачи директив от оператора программам операционной системы.

Информация от системы к оператору печатается на пишущей машинке в виде сообщений, характеризующих состояние системы. Все сообщения делятся на два типа: информационные сообщения, не требующие никаких действий со стороны оператора машины, и сообщения, требующие от оператора машины определенных действий.

Информация от оператора в вычислительную машину передается либо в ответ на сообщение системы, либо через управляющие директивы по инициативе оператора.

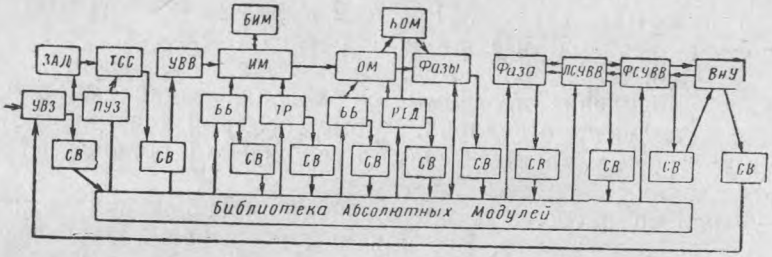


Рис. 62. Блок-схема процесса решения варианта задачи на ЭВМ в режиме:
ЗАД — задание; УВЗ — устройство ввода заданий; ПУЗ — программа управления заданиями; СВ — супервизор; ТСС — таблица связи с супервизором; УВВ — устройство ввода; ИМ — исходный модуль; БИМ — библиотека исходных модулей; ТР — транслятор; ББ — программа-библиотекарь; ОМ — объектный модуль; БОМ — библиотека объектных модулей, РЕД — редактор; ЛСУВВ — логическая система управления вводом-выводом; ФСУВВ — физическая система управления вводом-выводом; ВНУ — внешнее устройство

В современных вычислительных машинах используется датчик времени (таймер). Наличие таймера дает программисту возможность определить время дня, установить интервал времени, по истечению которого программа будет прервана и управление передано по заданному адресу, временно остановить выполнение программы и т. д.

Рассмотрим пример выполнения задания в режиме пакетной обработки. На рис. 62 представлена последовательность обработки одной задачи, одного задания различными управляющими и обслуживающими программами операционной системы и решения задачи. При этом предполагается, что программа первоначальной загрузки уже ввела в память машины супервизор и что хранятся различные библиотеки программ, подпрограмм и исходных данных.

По команде оператора и супервизора устройство ввода заданий (УВЗ) считывает задание и вводит его в оперативную память машины. Супервизор (СВ) дает указание на считывание из библиотеки абсолютных модулей программы управления заданиями, которая переписывается из накопителя на магнитном диске в оперативную память. Программа управления заданиями подготавливает задания к выполнению, устанавливает режим работы, запоми-

нает метки томов и файлов с записями использованной информации, записывает назначение устройств ввода и вывода информации. Всю необходимую информацию для дальнейшей работы по выполнению задания эта программа выдает в виде таблиц связи с супервизором, которые запоминаются в оперативной памяти. После окончания работы программа управления заданиями переписывается в библиотеку абсолютных модулей (БАМ) и передает управление супервизору.

Дальнейшая работа машины по выполнению задания зависит от состава этого задания.

В рассматриваемом примере под управлением супервизора в оперативную память машины вводится с помощью устройств ввода исходная программа или ее часть, записанная на определенном алгоритмическом языке, которая затем обрабатывается.

Если в задании предусмотрена запись для дальнейшего хранения исходной программы, то супервизор считывает программу — библиотекарь из БАМ, хранящуюся на диске, в оперативную память и передает ей управление. Программа-библиотекарь переписывает исходную программу из оперативной памяти в библиотеку исходных модулей (БИМ), внося добавление в оглавление этой библиотеки. После переписи программа-библиотекарь выводится из оперативной памяти и передается управление супервизору.

На основе анализа задания супервизор вызывает из библиотеки абсолютных модулей транслятор языка, на котором записана исходная программа. Транслятор переводит программу с записи на входном алгоритмическом языке в запись в виде объектного модуля на машинном языке. После окончания работы транслятор передает управление супервизору и выводится из оперативной памяти.

Если заданием предусмотрена запись объектного модуля в библиотеку объектных модулей, то супервизор вызывает из внешнего ЗУ в оперативную память программу-библиотекарь. Программа-библиотекарь переписывает из оперативной памяти во ВЗУ объектный модуль и расширяет оглавление библиотеки. После окончания записи программа-библиотекарь передает управление супервизору.

Супервизор вызывает из библиотеки абсолютных модулей программу-редактор и передает ей управление. Программа-редактор компанует программу из объектных модулей, полученных в результате трансляции, а также, если это предусмотрено заданием, из объектных модулей, записанных в библиотеке объектных модулей, т. е. из ранее разработанных стандартных программ и подпрограмм. Объектные модули из библиотеки программа-редактор выбирает с помощью супервизора и библиотекаря. Программа-редактор привязывает адреса программы, образует фазы абсолютных модулей и переписывает их в библиотеку абсолютных модулей. Программа делится на фазы в случае, если объем ее настолько велик, что ее нельзя разместить в рабочем поле оперативной памяти совместно с необходимыми исходными данными. Если программа небольшая, то она имеет однофазовую структуру.

После окончания своей работы программа-редактор стирается из оперативной памяти и передает управление супервизору, который считывает из библиотеки абсолютных модулей первую фазу программы решения задачи и передает ей управление. С этого момента производится непосредственное решение задачи управления на машине.

В процессе решения программа решения задачи неоднократно обращается к услугам супервизора, особенно при организации ввода-вывода информации. При организации ввода-вывода информации фаза программы обращается к логической системе управления вводом-выводом информации, которая с помощью физической системы управления вводом-выводом подключает необходимое внешнее устройство и выполняет обмен информацией между ним и оперативной памятью. Контролирует процесс обмена также супервизор. После обработки первой фазы вызываются и обрабатываются последовательно все фазы программы.

После окончания обслуживания задания и выдачи результатов решения супервизор снова обращается к устройству ввода заданий и дает указание ввести новое задание, вводит программу управления заданиями, организует и контролирует выполнение следующего задания и т. д., выдавая оператору сообщения о выполнении задания.

При рассмотрении указанной схемы не учитывались многие моменты в технологии обслуживания задач с помощью операционной системы. В частности, не учитывались совмещение операций работы устройств с различной скоростью работы в режиме пакетной обработки и обработка прерываний, возникающих при этом. На указанной схеме была представлена технология обслуживания задачи в одном разделе памяти. При работе с несколькими разделами сложность работы операционной системы машины значительно возрастает.

ГЛАВА VIII. СИСТЕМЫ СВЯЗИ

§ 43. СТРУКТУРНАЯ СХЕМА И КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ СВЯЗИ

Информация в системе управления передается в виде сообщений. Под сообщением в данном случае понимается совокупность знаков, содержащих определенную информацию (совокупность сведений) и подлежащих передаче от источника к приемнику. Сообщение — форма представления информации. Примерами сообщений являются телеграмма, радиограмма, фототелеграмма, телевизионное изображение, радиолокационный сигнал и т. д.

Системой связи называется совокупность технических средств и методов, обеспечивающих передачу сообщения от источника к получателю.

Физическим носителем сообщений является сигнал или совокупность сигналов, отображающих сообщение в процессе его передачи. Для передачи сообщений используются различные физические процессы, способные передаваться на расстояние (электромагнитные колебания, звуковые волны, электрический ток и т. д.).

Систему связи (рис. 63) составляют источник сообщения, передающее устройство, канал связи, приемное устройство и получатель информации.

Источниками информации могут быть как человек, так и устройства автоматического считывания информации, датчики аналоговых и дискретных сигналов и т. д.

Получателями информации могут быть человек, электронная вычислительная машина, перфорирующее или печатающее устройство.

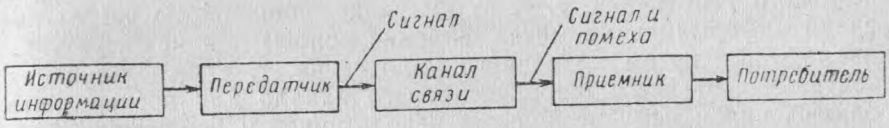


Рис. 63. Структурная схема системы связи

Передающее устройство преобразует исходное сообщение в сигнал или совокупность сигналов, форма представления которых пригодна для передачи по каналу связи.

Приемное устройство производит обратное преобразование принятого сигнала в вид, удобный для восприятия получателем информации.

Каналом связи называется совокупность устройств, обеспечивающих прохождение сигналов от передатчика к приемнику. В состав канала входят участки физических цепей, трансформаторы, усилители, фильтры и другие устройства. Канал представляет собой тракт движения сигнала от передатчика к приемнику.

В состав канала входят линии связи, представляющие собой физическую среду, по которой передается сигнал.

Помимо сигнала, несущего информацию, в канале связи возникают посторонние сигналы, называемые помехами или шумами. Накладываясь на полезные сигналы, они их искажают. Для исключения влияния помех на передаваемые сигналы в состав канала вводят специальные устройства, позволяющие выделить полезный сигнал, усилить его и подавить помехи.

Все существующие каналы связи разделяются на следующие виды: телеграфные (ТГ), телефонные (ТФ), групповые (широкополосные).

Они используют проводные, радиорелейные, коротковолновые и спутниковые линии связи.

Телеграфные и телефонные каналы на близкие расстояния организуются большей частью по физическим цепям кабельных и воздушных линий.

При этом аппаратура телеграфных каналов позволяет передавать данные со скоростью 50—75 бод, в последнее время — 100—200 бод (двоичных посылок в секунду). Полоса частот, занимаемая при передаче информации с такой скоростью, составляет 120—180 Гц.

Телефонные каналы обеспечивают передачу любых сигналов, имеющих спектр частот от 300 до 3400 Гц. По стандартным телефонным каналам возможна передача как речевых сигналов, так и любых сигналов, вызываемых токами тональной частоты.

На междугородных сетях дальней связи телефонные каналы и широкополосные тракты организуются путем использования так называемого многоканального высокочастотного уплотнения линий связи, т. е. повышения частоты передачи информации.

Многоканальные системы уплотнения создаются либо путем частотного уплотнения, т. е. путем разделения полосы частот передачи информации на менее широкие полосы для каждого типа канала, либо путем временного уплотнения, т. е. использования спектра частот всего широкополосного канала для поочередного подключения к нему нескольких передатчиков и приемников различных каналов.

Групповые (широкополосные) каналы многоканальных систем уплотнения проводных и радиорелейных линий позволяют передавать сигналы в диапазоне 60—108 кГц или 12—256 кГц.

Широкополосный канал с полосой 60—108 кГц называют первичным или двенадцатиканальным, по нему можно одновременно передавать 12 телефонных разговоров или данные со скоростью 48—96 килобод.

По второму типу широкополосного канала можно передавать одновременно 60 разговоров или данные со скоростью 250—500 килобод.

Следует отметить, что передача информации по широкополосным каналам требует затрат больших средств и может применяться при передаче больших объемов информации и будет использоваться в разрабатываемой Единой системе связи страны. В ведомственных каналах информация передается по телефонным и телеграфным каналам.

В зависимости от направления передачи системы связи подразделяются на односторонние и двусторонние. Односторонними называются системы, в которых информация передается в одном направлении, как, например, в телевидении, радиовещании.

В двусторонних системах связь осуществляется в обоих направлениях, т. е. каждый абонент может быть и приемником, и передатчиком. В двусторонних системах информация передается симплексным, дуплексным и полудуплексным методами. При симплексном методе информация передается поочередно, т. е. в заданный момент времени передается в одном направлении, а затем абоненты меняются функциями.

При дуплексном методе передачи информации производится одновременный независимый обмен информацией между двумя

абонентами. Примером дуплексной связи является обычный телефонный разговор.

При полудуплексном методе передачи производится независимый обмен информацией между двумя абонентами, но на разных частотах.

Сетью передачи информации, сетью связи называется совокупность аппаратуры передачи информации, узлов коммутации и каналов связи, обеспечивающих передачу информации между абонентами. Все существующие сети связи можно разделить на первичные и вторичные.

Под первичной сетью связи понимается совокупность всех технических средств связи: сооружения воздушных и кабельных линий связи, радиорелейных линий, линий связи через искусственные спутники земли, линий коротковолновой и ультракоротковолновой радиосвязи и т. д., обеспечивающих передачу различного рода и вида сообщений.

На базе первичных сетей связи создаются вторичные сети связи, предназначенные для передачи какого-либо одного вида информации. К ним, в частности, относятся, телеграфные, фототелеграфные, телевизионные, телефонные сети связи и сети передачи данных в дискретном виде.

В рамках данного курса будут рассмотрены части вторичных систем связи, используемых для управления судоходством.

Информация может передаваться двумя способами: по прямым (некоммутируемым) и по коммутируемым каналам связи.

В первом случае узлы сети связи соединены между собой постоянными каналами.

Во втором случае все абоненты подключены к транзитным трактам, составленным из нескольких каналов, соединенных последовательно в промежуточных узлах коммутации, в которых установлены устройства ручной или автоматической коммутации.

Все сообщения, передаваемые по различным каналам связи, можно разделить на два типа: непрерывные и дискретные.

Соответственно и системы связи подразделяются на два типа систем.

К непрерывным сообщениям относятся: звуковые в виде речи, музыки, переданных по телефону, радио; подвижное изображение в телевидении; неподвижное изображение в фототелеграфии.

Основной отличительной чертой непрерывных сообщений является то, что за определенный промежуток времени они могут принимать различное количество значений, не поддающихся формальному описанию.

Дискретным сообщением называется сообщение, в котором информация представляется конечным количеством символов (букв, цифр, команд).

В дискретных сообщениях передаваемые данные за определенный промежуток могут иметь определенное, конечное количество значений. В системах связи, используемых для передачи дискретных сообщений, отводится строго определенное время для пере-

дачи одного символа. При этом символ также может иметь одно значение из строго определенного набора символов.

Системой передачи дискретных сообщений называется совокупность технических средств, используемых для передачи дискретных сообщений.

Дискретное сообщение передается в виде набора сигналов. Для правильной передачи данных необходимо строгое соответствие между сообщением и сигналом. Потому под сигналом будем понимать определенным образом преобразованную часть дискретного сообщения, имеющую вид электрических импульсов. Каждый символ передается в виде кодовой комбинации сигналов. Код представляет собой систему соответствия между элементами сообщения и сочетаниями сигналов, служащих для их передачи. Системы передачи дискретных сообщений включают в свой состав традиционные системы телеграфной связи и вновь разрабатываемые системы передачи данных.

Основным видом систем связи, используемых для передачи дискретных сообщений, до недавного времени являлась телеграфия, которая представляет собой вид электрической связи, позволяющий передавать сообщение с фиксацией его на приемном пункте в виде отпечатанного документа. Документальность представления информации — основное достоинство этого вида связи, насчитывающего полуторавековую историю. Сеть общей телеграфной связи нашей страны охватывает большую часть населенных пунктов страны. Кроме того, используются сеть абонентского телеграфа и ведомственные телеграфные сети. Только в сети общей телеграфной связи Советского Союза передается ежегодно более 300 млн. телеграмм.

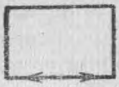
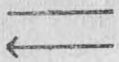
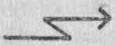
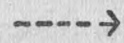
Лет 10—15 назад появился новый вид связи — системы передачи данных. Появление их было обусловлено появлением ЭВМ и необходимостью передачи информации в машинном виде, т. е. пригодном для ввода и обработки с помощью вычислительных машин.

Международный консультативный комитет по телефонии и телеграфии (МККТТ) определяет этот вид связи следующим образом: «передача данных — это область электросвязи, целью которой является передача информации для обработки ее машиной, или уже обработанной ею».

Основные характеристики систем связи — пропускная способность, помехоустойчивость, дальность и скорость передачи и эффективность.

Пропускная способность системы связи определяется количеством сведений, переданных в единицу времени. В системах разного типа используются разные единицы измерения пропускной способности. В системах передачи дискретных сообщений (в телеграфии и в системах передачи данных) пропускная способность определяется числом знаков, в телефонии — числом слов, в телевидении — числом кадров, в фототелеграфии — числом строк, переданных в секунду.

Таблица 8

Начертание символов	Значение
	Средства передачи
	Телетайп
	Линия потока (общий)
	Передача по каналам связи
	Транспортировка носителей

Пропускная способность характеризует скорость передачи полезной информации.

Помимо пропускной способности в системах передачи дискретной информации используется характеристика скорости передачи данных.

Скорость передачи данных характеризуется количеством двоичных элементов, переданных в единицу времени. Единицей измерения скорости передачи является бод — передача одной посылки (одной двоичной единицы) в секунду. При передаче данных один знак может кодироваться различным числом двоичных элементов (5÷8). Кроме того, в состав передаваемой информации входят также сигналы, необходимые для синхронизации приемника и передатчика (стартовая и стоповая посылки), дополнительные сигналы, используемые для защиты информации от ошибок. Все они учитываются при определении скорости передачи.

Достоверностью связи называется степень соответствия передаваемого сообщения принятому. Достоверность связи для различных способов передачи информации оценивается по-разному. Например, количественной оценкой речевых сообщений по сетям те-

лефонной, радио и производственной громкоговорящей связи является артикуляция (разборчивость).

Артикуляция в телефонной связи определяется величиной затухания тракта между абонентами, уровнем шумов и другими характеристиками. В радиосвязи используется характеристика — отношение уровня полезного сигнала к уровню помех.

Достоверность промышленного телевидения характеризуется четкостью, линейностью, точностью синхронизации, частотными и фазовыми искажениями, величина которых определяется на экранах видеоприемного устройства по изображению неподвижной телеиспытательной таблицы.

Достоверность систем передачи дискретной информации определяется коэффициентом ошибок, равным среднему значению отношения количества неправильно принятых знаков к общему количеству переданных. При передаче текстовых сообщений еще можно восстановить смысл переданного сообщения, при передаче же цифровой информации это сделать труднее. Поэтому в настоящее время при обработке информации на ЭВМ к достоверности передачи информации предъявляются высокие требования.

Коэффициент ошибок должен быть не больше 10^{-5}—10^{-7}.

Обозначение устройств передачи информации на технологических схемах сбора и обработки информации представлено в табл. 8.

§ 44. СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ НЕПРЕРЫВНЫХ СООБЩЕНИЙ

Системы передачи информации по фототелеграфу. Принцип работы фототелеграфа состоит в разложении в месте передачи изображения на элементы, преобразовании этих элементов в электрические сигналы и передачи их по каналу связи. На приемном конце производится обратное преобразование электрических сигналов в элементы изображения, из которых образуется копия первоначального изображения.

С помощью фототелеграфных аппаратов на расстояние передаются неподвижные изображения — текст, фотографии, графики, рисунки, газетные полосы и т. д.

По способу развертки изображения различают аппараты с барабанной разверткой и аппараты с плоскостной разверткой.

В аппаратах с барабанной разверткой передаваемое изображение крепится на барабане, на который падает световой луч. Изображение развертывается при вращающемся барабане в результате его движения относительно оптической системы (аппараты типа «Арагви») или в результате движения оптической системы относительно образующей барабана (аппараты типа «Нева»). Аппараты этого типа получили наибольшее распространение.

В аппаратах с плоскостной разверткой подвижным являются и изображение, и светооптическая система (аппараты «ФТА ПМ»).

По способу синтеза копии изображения различают фототелеграфные аппараты с открытой записью сообщения с помощью

записывающих механизмов (аппараты типа «Арагви») и аппараты с закрытой записью на фотопленку (аппараты типа «Нева», «Газета»).

Принцип работы системы передачи информации по фототелеграфу рассмотрим на примере работы фототелеграфного аппарата «Арагви» (рис. 64).

Аппарат «Арагви» предназначен для передачи и приема по внутригородской АТС, телефонным каналом междугородной связи, выделенным телефонным каналом различных сообщений, выполненных черными, фиолетовыми, красными, синими чернилами, и бланков с наклеенной телеграфной лентой, машинописного текста, графиков и таблиц, размеры знаков которых не меньше стандартной машинописи, а также штриховых рисунков и эскизов.

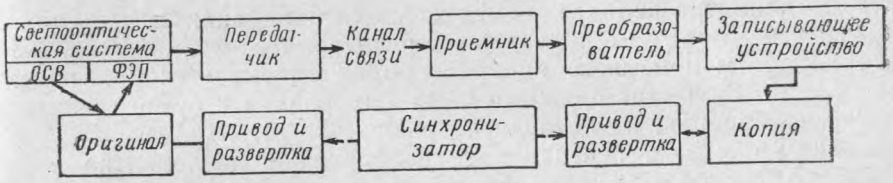


Рис. 64. Принципиальная схема передачи информации по фототелеграфу

Фототелеграфный аппарат «Арагви» является приемопередающим аппаратом барабанного типа. Он имеет один барабан, который используется как при передаче, так и при приеме.

Барабан одновременно совершает вращательное и поступательное движение при неподвижной светооптической системе при передаче и записывающем устройстве при приеме. При передаче на барабане закрепляется бланк с изображением, подлежащим передаче, при приеме — обычная писчая бумага для записи полученного изображения. Бланк передаваемого изображения на барабан прикрепляют вручную.

Изображение при передаче разлагается при помощи механизма развертки и светооптической системы. Изображения при приеме воспроизводятся открытым способом на обычную бумагу при помощи записывающего устройства электромагнитного типа «Рекордер».

К аппарату «Арагви» подключается линия связи и шнур телефона. При выключенном аппарате по телефону можно вести обычные телефонные переговоры.

В связь аппарат «Арагви» входит автоматически после предварительной договоренности абонентов по телефону. Для его включения следует нажать клавишу «Передача» или «Прием».

Процесс передачи состоит в том, что передаваемое изображение при помощи механизма развертки и светооптической системы последовательно разбивается на большое число отдельных элементарных площадок. Световой луч от осветителя (ОСВ) попадает на оригинал изображения и отражается на фотоэлектронный ум-

ножитель (ФЭП). Усредненная яркость элементарной площадки изображения преобразуется в световой импульс, а световой импульс воздействует на фотоэлектронный умножитель (ФЭП) и преобразуется в электрический сигнал. При помощи модулятора этот сигнал модулирует несущую частоту и передается в канал связи.

Перед началом передачи и приема информации производится фазирование аппарата, т. е. совмещение моментов работы устройств с одинаковых позиций.

На приемном конце поступающий с линии амплитудно-модулированный фототелеграфный сигнал усиливается, детектируется и подается в усилитель постоянного тока, в анодную цепь которого включено электромагнитное записывающее устройство.

Записывающим элементом в этом устройстве является очень малого диаметра ролик, который касается барабана. Степень прижатия его зависит от характера передаваемого изображения. Во время работы приемного аппарата ролик смазывается красящим веществом. В момент прижима пишущего ролика к бумаге, навернутой на барабан, на последней появляются штрихи.

Таким образом, передаваемое изображение поэлементно воспроизводится на приемном барабане, образуя на бланке целое изображение.

После окончания передачи изображения оба аппарата автоматически выключаются.

Аппарат «Арагви» имеет одну частоту вращения барабана в обоих режимах — 120 об/мин. Шаг развертки — 0,2 мм за один оборот барабана.

Максимальный размер передаваемого изображения 150×220 мм с полезной рамкой 125×200 мм. Для записи применяется обычная писчая бумага размером 150×230 мм.

Время передачи полного бланка составляет 6 мин. При совместной работе аппаратов «Арагви», «ФТАП» и «Рекорд» обеспечивается разрешающая способность — 4 линии на 1 мм, а при передаче с аппарата «Арагви» и приеме на аппарат «Нева» — 5 линий на 1 мм.

Фототелеграфная аппаратура широко используется, в частности, для передачи на расстояние газетных и журнальных полос. В Советском Союзе для этих целей используется специальная аппаратура «Газета-1» и «Газета-2». Барабаны в этих аппаратах позволяют крепить на передающем конце одну или две газетные полосы. Эти аппараты построены по принципу закрытой записи. На приемном конце устанавливается фотопленка тех же размеров. Сеанс передачи составляет 26 мин на одну полосу.

Полученную фотопленку обрабатывают и затем используют для изготовления стереотипа, который применяют в типографских машинах. Благодаря этому читатели многих городов получают центральные газеты одновременно с читателями Москвы.

Основные характеристики отечественных фототелеграфных аппаратов представлены в табл. 9.

Таблица 9

Характеристика	„Арагви"	ФТАПМ („Березка")	„Нева"	„Газета-1"	„Газета-2"
Скорость развертки	120 об/мин	120 строк/мин	120, 250, 60 об/мин	143 строк/мин	300 строк/мин
Шаг подачи, мм	0,2	0,2	0,2	0,06	0,04
Размер передаваемого сообщения, мм	200×127	ширина 220, длина не ограничена	220×300	610×420	610×420
Продолжительность передачи сообщения, мин	6	12,5 для сообщения 220×300 мм	12,5; 6; 25	50	3,5
Разрешающая способность, линий на 1 мм	4	4	5	16	24,5
Потребляемая мощность	220 Вт	200 Вт	190 Вт	500 ВА	1000 ВА
Габариты, мм	487×280×235	483×370×385 приемного 475×440×370 передающего	290×612×506 приемного 290×612×406 передающего	1150×771×562	1250×1550×725

Промышленное телевидение. Широкое распространение получило в последнее время использование промышленного телевидения для контроля за различными производственными процессами, для диспетчеризации производства в угольной, горнодобывающей промышленности и на транспорте.

Наиболее приемлемыми для использования на речном транспорте могут быть отечественные промышленно-телевизионные установки (ПТУ). Основные характеристики некоторых из них представлены в табл. 10. Они представляют собой замкнутые приемо-передающие устройства, позволяющие производить наблюдение как за неподвижными, так и за подвижными объектами.

Таблица 10

Характеристика	ПТУ-105	ПТУ-23 М	ПТУ-24 М	ПТУ-31
Количество передающих камер . .	12	5	10	32
Расстояние от передающей камеры до приемника, км	1,7	1,2	1,2	5
Видеоконтрольное устройство . . .	1	1	1	4
Количество выносных пультов управления	2	2	2(5)	4
Длина линии связи до выносного пульта управления, км	1,7	1	1	5

В состав приемо-передающих устройств (рис. 65) входят от одной до 32 телевизионных камер (КТП) с поворотными устройствами (ПВУ). Передающие телевизионные камеры имеют в своем составе объективы с углом зрения 17 или 26 градусов. Поворотное устройство производит управление поворотом передающей камеры. Угол поворота составляет ± 120 градусов в горизонтальной плоскости и ± 30 градусов в вертикальной плоскости.

Управление работой установок может осуществляться от центрального пульта управления и выносных пультов управления. Максимальное расстояние от камеры до стойки (длина кабеля) доходит до 5 км.

Расстояние от стойки до выносных пультов управления может составлять 500—5000 м, а при использовании специальных выносных пультов длина линии связи может достигать 7 км.

Наблюдать за работой объекта можно с помощью видеоконтрольного устройства (ВКУ), входящего в комплект ПТУ, или с помощью стандартного телевизора (ТП).

Промышленно-телевизионные установки воспроизводят черно-белое изображение наблюдаемого объекта, преобразуют оптическое изображение в электрические сигналы, передают их по линиям связи и производят обратное преобразование электрических сигналов в изображение наблюдаемых объектов на экранах видеоконтрольных устройств.

Сигнал изображения от стойки до телевизора передается на частоте одного из телевизионных каналов.

Управление оптикой (фокусировка, смена объектов) и поворотным устройством камеры осуществляется с центрального пульта стойки (ЦПУ) или с выносных пультов (ВПУ).

Схема управления выполнена таким образом, что приоритет в управлении имеет оператор, работающий на центральном пульте, который может в любое время переключить на себя управление работой ПТУ.

При работе с выносного пульта режим работы переключается на управление от данного пульта, одна из камер выбирается с помощью номеронабирателя, управление выбранной камерой дистанционное и наблюдение за процессом по телевизору. Сеанс работы от одного выносного пульта составляет 5 мин, после этого камера автоматически отключается.

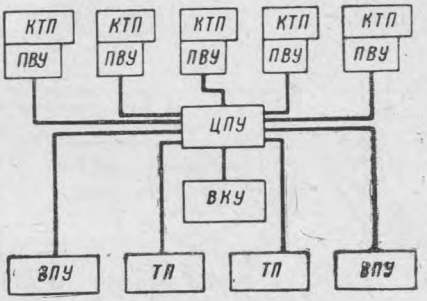


Рис. 65. Блок-схема ПТУ

Телефонная связь. Система телефонной связи на речном транспорте используется для передачи информации в непрерывном и дискретном виде. В современной телефонии для передачи информации используются частоты от 300 до 3400 Гц. В некоторых случаях диапазон частот выбирается еще у́же.

В зависимости от дальности передачи информации системы телефонной связи подразделяются на системы местной и дальней связи, в зависимости от способа организации каналов связи — на системы с коммутируемыми и некоммутируемыми каналами связи.

В коммутируемых системах соединение абонентов друг с другом осуществляется с помощью ручных или автоматических телефонных станций.

На речном транспорте используется как ведомственная телефонная сеть связи (рис. 66), так и общегосударственная.

Организация связи и порядок передачи информации по ведомственным телефонным каналам регламентируются соответствующими Правилами и инструкциями, утвержденными Минречфлотом.

Местная ведомственная телефонная связь устанавливается на предприятиях речного транспорта, в управлениях пароходств и каналов, в портах, на промышленных предприятиях и сооружениях.

Использование ведомственной телефонной связи позволяет сократить время и увеличить вероятность соединения двух абонентов. Ведомственные телефонные станции предприятий речного флота используют также соединительные линии с городской телефонной сетью, железнодорожными узлами связи, телефонными станциями других предприятий Минречфлота и предприятий и органи-

заций других ведомств. Ведомственные телефонные сети создаются под контролем органов Министерства связи СССР и должны входить в состав единой сети связи страны.

В состав местной телефонной сети входит также некоммутируемая оперативная и диспетчерская телефонная связь, осуществляющая с помощью специальных устройств прямую парную или групповую связь между абонентами. Коммутаторы оперативной и диспетчерской связи устанавливают у руководителей предприятий и в диспетчерских, а абонентские пункты — в служебных и производственных помещениях. Коммутаторы позволяют подключать прямых абонентов поочередно или группами.

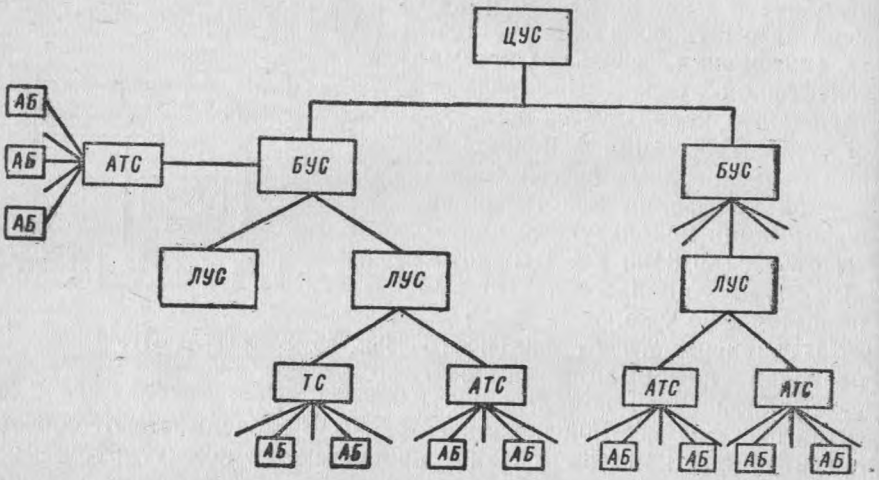


Рис. 66. Структурная схема телефонной связи:
ЦУС — центральный узел связи; БУС — бассейновый узел связи; ЛУС — линейный узел связи; АТС — автоматическая телефонная станция; ТС — телефонная станция с ручной коммутацией; АБ — абонент

Местная телефонная связь (автоматическая или ручная) установлена на большинстве предприятий и организаций, а также на судах речного флота.

Помимо местной телефонной сети на речном транспорте используется междугородная (дальняя) телефонная связь, на большинстве крупных предприятий Минречфлота созданы междугородные телефонные станции. Междугородные телефонные станции имеют соединительные линии с местной телефонной станцией и линии связи с прямыми абонентами, обычно руководителями предприятий.

Система дальней связи на речном транспорте позволяет устанавливать связь между управлениями пароходств, портов, шлюзов. Через линейные узлы осуществляются транзитные соединения для связи министерства с портами, пароходствами и т. д. В большинстве линейных узлов связи используется ручная коммутация

междугородной телефонной связи, на отдельных направлениях созданы системы дальней автоматической телефонной связи (ДАТС). Телефонные аппараты от междугородней станции ДАТС устанавливаются у руководителей предприятий и диспетчерского аппарата, они используются только для междугороднего разговора.

На станциях с ручной коммутацией очередность предоставления связи производится в зависимости от категорийности абонентов.

Система дальней связи получила широкое распространение на речном транспорте вследствие большой протяженности речных магистралей и удаленности большей части речных бассейнов от центрального аппарата. Для обеспечения достоверной передачи сообщений и устойчивости работы линий связи система дальней

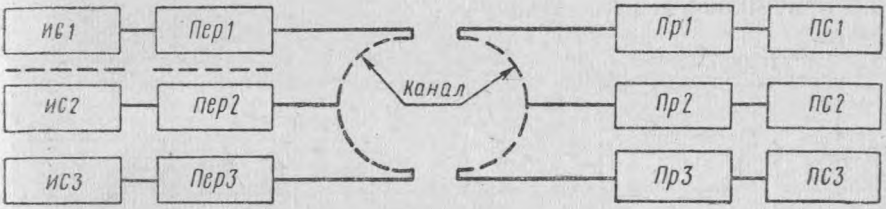


Рис. 67. Принципы временного уплотнения каналов связи

связи предусматривает увеличение пропускной способности каналов с помощью различных методов, а также промежуточный переприем и усиление передаваемых сигналов. Увеличение пропускной способности каналов достигается уплотнением цепей дальней связи путем передачи по одной цепи большого числа независимых сообщений.

Для передачи информации на большие расстояния используются кабельные и радиорелейные связи и аппаратура, позволяющие передавать по одной цепи одновременно несколько десятков и даже сотен сообщений.

Основными методами уплотнения сигналов является временное и частотное разделение передач.

Временное уплотнение (рис. 67) основано на том, что к одной линии связи поочередно подключаются различные передатчики (Пер), посылающие сообщения импульсами. На приемном конце синхронно с передающим производится очередное подключение приемников информации. Благодаря большой скорости работы коммутаторов, подключающих передающие и приемные аппараты, форма передаваемых сигналов не искажается.

Более эффективно высокочастотное уплотнение (рис. 68), основанное на модуляции телефонных сигналов другими несущими сигналами, вырабатываемыми высокочастотными генераторами. При этом для передачи информации по одной линии связи выбирается отдельная полоса частот, например в 4 кГц, для организа-

ции одной передачи. Весь диапазон частот, выбранный при высокочастотном уплотнении, делится на отдельные группы.

В первой первичной группе используется спектр частот от 60 до 180 кГц. При этом для каждого канала (передача информации от одного передатчика к приемнику) отводится полоса частот в 4 кГц. По такому каналу может быть одновременно подключено двенадцать пар приемных и передающих аппаратов.

На передающем конце специальная модулирующая аппаратура устройства уплотнения (УУПЛ) модулирует первичные сигналы токами высокой частоты заданного спектра. На приемном конце специальная аппаратура (УВЫД) выделяет с помощью специальных фильтров сигналы заданной полосы частот, затем они детектируются и передаются на соответствующий приемник. Таким образом к одной линии связи может быть подключено двенадцать пар приемников и передатчиков.

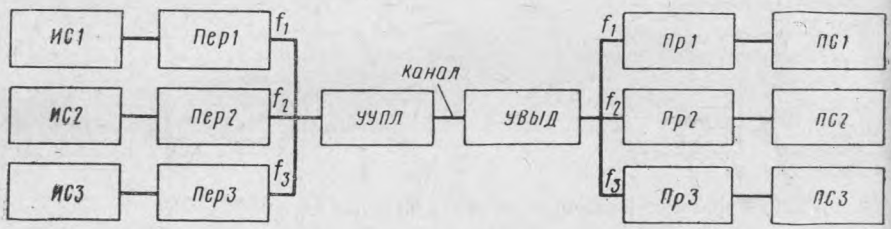


Рис. 68. Принципы частотного уплотнения каналов связи

Существует также аппаратура связи, которая вторично уплотняет сигналы первичной частоты сигналами более высокой частоты на передающем конце и выделяет их на приемном конце. Благодаря этому пропускная способность каналов связи еще более увеличивается.

Использование уплотнения сигналов позволяет передавать по телефонным каналам, помимо непрерывных сигналов, дискретные сигналы от телеграфных аппаратов и аппаратуры передачи данных.

Радиосвязь. Радиосвязью называется передача сообщений на расстояние без проводов с помощью радиоволн.

Каналом радиосвязи является совокупность технических средств и среды, обеспечивающих передачу сообщений от источника информации к приемнику (рис. 69). В качестве передатчика используется в данном случае радиопередатчик с антенной, а приемника — радиоприемник с антенной. Информация передается в виде излучения радиоволн. По радио непрерывные и дискретные сообщения передаются методом модуляции, т. е. наложением электрических сигналов низкой частоты, полученных при преобразовании звуковых сигналов, телевизионных изображений и при телеграфировании на сигналы высокой частоты.

На приемном конце высокочастотные сигналы принимаются,

преобразуются в низкочастотные сигналы и формируется сообщение.

В процессе передачи радиосигналы подвергаются воздействию радиопомех.

В ряде случаев в процессе передачи радиосигналов используется их ретрансляция. При ретрансляции осуществляется прием слабых сигналов на определенной частоте, усиление их и передача их на той же или другой частоте. Ретрансляция производится в определенной зоне, например телевизионная ретрансляция, или в заданном направлении. Принцип ретрансляции положен в основу построения радиорелейных линий.

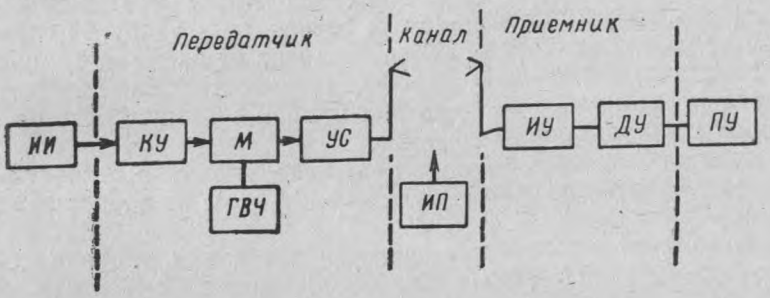


Рис. 69. Блок-схема радиосвязи:
ИИ — источник информации; КУ — кодирующее устройство; М — модулятор; ГВЧ — генератор высокой частоты; УС — усилитель; ИП — источник помех; ИУ — избирательный усилитель; ДУ — дешифрирующее устройство; ПУ — получатель информации

В зависимости от особенностей распространения радиоволн выделены диапазоны, представленные в табл. 11.

Таблица 11

Наименование диапазона волн	Длина волны	Частота
Сверхдлинные	Свыше 10 000 м	Ниже 30 кГц
Длинные (ДВ)	10 000—1 000 м	30— 300 кГц
Средние (СВ)	1 000— 100 м	300— 3 000 кГц
Короткие (КВ)	100— 10 м	3— 30 МГц
Ультракороткие (УКВ)	10— 1 мм	30—300 000 МГц
В том числе:		
метровые	10— 1 м	30— 300 МГц
дециметровые	100—10 см	300— 3 000 МГц
сантиметровые	10— 1 см	3 000— 30 000 МГц
миллиметровые	10— 1 мм	30 000—300 000 МГц

Радиосвязью пользуются различные отечественные и зарубежные организации и службы (радионавигация, радиоастрономия, метеослужба, воздушный, морской, речной, железнодорожный, автомобильный транспорт и т. д.), поэтому частоты, на которых

должна работать радиоаппаратура данной службы, разделены между всеми службами.

Речному флоту выделены полосы частот во всех диапазонах, кроме длинного и сверхдлинного.

На речном транспорте радиосвязь используется для обмена информацией между подвижными объектами и береговыми организациями, а также между управлениями пароходств, портов и пристанями в бассейнах, где недостаточно развита проводная связь.

Передача на коротких волнах может осуществляться на большие расстояния. Короткие волны используются для связи с судами смешанного плавания, а также для связи между береговыми организациями в восточных и северных бассейнах и в других случаях. Распространение радиоволн сильно зависит от времени суток, времени года, географической широты, активности Солнца. Поэтому при организации связи на коротких волнах в зависимости от этих факторов составляется расписание.

Ультракоротковолновой диапазон используется в основном для передачи информации между судном и берегом на небольшие расстояния.

Сантиметровые волны применяются в судовых радиолокационных станциях, используемых для обеспечения безопасности мореплавания.

В зависимости от типа судна и района возможного плавания каждое судно снабжается радиостанцией определенного типа.

Береговые узлы связи оборудуются более мощными радиостанциями.

Организация радиосвязи и порядок ведения радиообмена регламентируется Правилами радиосвязи речного флота.

Основными видами радиосвязи на речном флоте являются радиотелефон и радиотелеграф. Наибольшее распространение получил радиотелефонный вид связи, с помощью его производится связь между судами на рейде, в пути и т. д.

Судовые радиостанции, работающие в радиотелефонном режиме, автоматизированы до такой степени, что обслуживаются судоводителями. Системой судовой радиосвязи называется взаимодействие судовых и береговых радиостанций и береговых каналов связи (радиорелейных и проводных). Система должна обеспечивать прием, передачу и распределение различных видов информации между судами и их береговыми абонентами. Современные береговые УКВ станции позволяют подключаться к проводным и радиорелейным линиям связи.

Радиотелеграфная связь осуществляется между судами и береговыми пунктами, находящимися на большом расстоянии, а также между береговыми предприятиями для обеспечения диспетчерской связи. В большинстве случаев радиотелеграфная связь производится радиооператором вручную с помощью ключа.

§ 45. ПЕРЕДАЧА ИНФОРМАЦИИ ПО ТЕЛЕГРАФУ

Основным видом связи на речном транспорте, используемом для передачи дискретных сообщений, является телеграф (рис. 70). Для передачи информации по управлению речным флотом, кроме ведомственной телеграфной связи, используется также общегосударственная телеграфная сеть Министерства связи СССР и международный телеграф.

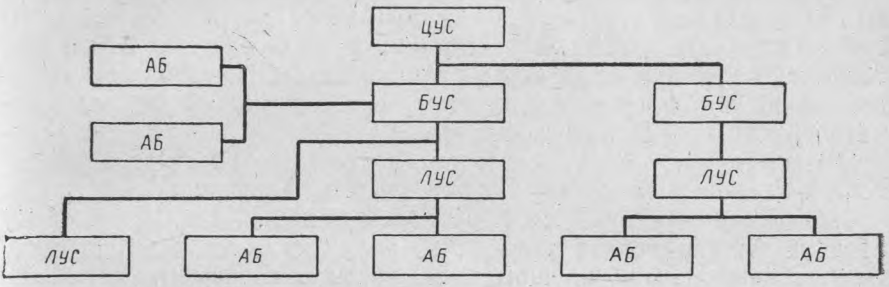


Рис. 70. Структурная схема телеграфной связи

Ведомственная система телеграфной связи построена по радиально-узловому принципу, что позволяет осуществлять прямую связь вышестоящих органов управления с нижестоящими, министерства с управлениями пароходств и портов, управлений пароходств с подведомственными ему предприятиями и управлениями смежных пароходств. Связь осуществляется через узлы связи пароходств, портов и центральный узел связи. Эти органы, помимо прямой передачи, осуществляют и транзитную передачу телеграмм между абонентами, не связанными непосредственно друг с другом.

При большом потоке транзитных телеграмм устанавливается расписание транзитных соединений телеграфных каналов.

Порядок пользования ведомственной телеграфной связью установлен соответствующими правилами, утвержденными Министерством речного флота РСФСР. С целью сокращения объема передаваемой информации и повышения ответственности руководителей за передаваемую информацию введены определенные ограничения. В частности, объем телеграмм ограничен пятьюдесятью словами, установлены специальные требования к их оформлению, подписывать служебные сообщения может ограниченный круг лиц, каждому из которых присвоен условный код.

Телеграфная сеть связи включает в свой состав: телеграфные аппараты, приставки автоматизации телеграфной связи, телеграфные станции.

Предприятия речного флота используют ведомственную сеть связи и арендуют аппаратуру абонентской сети связи Министерст-

ва связи. Оба эти вида имеют аналогичный принцип организации обмена информации — абонентский. Для повышения скорости обмена телеграфные аппараты устанавливаются у абонентов. Абонент, владелец аппарата, может в любое время суток устанавливать прямую телеграфную связь с другим абонентом, учреждением или предприятием. Аппарат абонента оборудуется специальным вызывным устройством и автоответчиком, который автоматически вырабатывает условный код, присвоенный данному абонентскому пункту. Для соединения абонентов на телеграфных станциях устанавливают оборудование ручного абонентского телеграфа (АТР) или автоматическое коммутационное устройство абонентского телеграфа (АТА). На станциях ручной системы абонентов соединяют вручную операторы, станции автоматической связи осуществляют эту операцию автоматически с помощью шаговых искателей или координатных систем.

Вызывное устройство включает в свой состав номеронабиратель, с помощью которого, так же как и в телефонной сети связи, набирается номер нужного абонента и подключается к аппарату абонента для передачи телеграммы или осуществления диалога. Оперативный обмен информацией повышает эффективность использования телеграфной аппаратуры.

Передача информации по телеграфным каналам происходит следующим образом. Передаваемая информация в передающих телеграфных аппаратах преобразуется в телеграфные сигналы, которые передаются по цепи или по каналу связи и затем снова преобразуются в приемных телеграфных аппаратах в сигналы, которые передаются на устройства печати и перфораторы.

Телеграфная связь является двусторонней, поэтому телеграфные аппараты состоят из двух частей: передающей и приемной.

Преобразование информации в телеграфные сигналы (модуляция) состоит в изменении передатчиком телеграфного аппарата одного из трех основных параметров постоянного или переменного тока или напряжения (т. е. изменения амплитуды, частоты, фазы).

Для этого могут быть использованы сигналы, имеющие большое число состояний, но в основной части систем передачи информация кодируется двоичными сигналами.

Сигналы могут передаваться в виде посылок тока постоянного (однополюсных, двухполюсных, коротких, длинных) или переменного (в виде набора импульсов трех типов модуляции: амплитудной, частотной и фазовой).

При однополюсном телеграфировании постоянным током модулированный сигнал представляет собой последовательность импульса тока одной и той же полярности и пауз. При двухполюсном телеграфировании постоянным током модулированный сигнал является последовательностью импульсов тока двух разных знаков.

При телеграфировании переменным током модулированный сигнал представляет собой:

при амплитудной модуляции — чередование посылок переменного тока одной и той же частоты с паузами (безтоковыми посылками);

при частотной модуляции — чередование посылок напряжения переменного тока одной частоты с посылками напряжения переменного тока другой частоты;

при фазовой модуляции — чередование переменного тока одной и той же частоты, но сдвинутой по фазе на 180° или какой-то другой угол.

При любом способе телеграфирования информация передается в виде символов (букв, цифр, знаков и т. д.), каждый из которых кодируется специальным телеграфным кодом, представляющим собой набор элементарных сигналов (элементарных посылок напряжения). Элементарные сигналы должны отличаться настолько, чтобы приемник любого аппарата их различал.

Телеграфные аппараты предназначаются как для кодирования и передачи информации, так и для приема, декодирования и фиксации информации.

В телеграфной технике используются два типа телеграфных аппаратов, отличающихся способом синхронизации: с непрерывной синхронизацией (в основном аппараты Морзе) и со стартстопной (имеют наибольшее распространение) синхронизацией.

Стартстопные аппараты являются однократными, обеспечивающими пуск и остановку приемного аппарата перед приемом каждого знака и после него. Телеграфные аппараты подразделяются на аппараты с ручной передачей кодовых сообщений и с автоматической, позволяющей передавать телеграфные сигналы с заранее заготовленной ленты.

По виду печати аппараты могут быть ленточными, печатающими передаваемые знаки на бумажной ленте, и рулонными, печатающими на бумажном рулоне.

В состав телеграфного аппарата могут входить следующие узлы:

а) основные: клавиатура, передатчик, приемник, печатающее устройство;

б) дополнительные: реперфоратор, автоответчик, трансмиттер, вызывное устройство, автостоп.

Не все аппараты имеют полный набор узлов. Так, например, аппарат СТ-2М имеет только основные узлы.

Клавиатура используется при подготовке информации для передачи и в процессе обмена информацией. В ее состав входят клавиши управления работой телеграфного аппарата и алфавитно-цифровых символов, используемых при передаче.

Передающее устройство телеграфного аппарата (рис. 71, *а*) предназначается для выполнения следующих функций: преобразования передаваемого символа в двоичную комбинацию электрических импульсов, преобразования параллельной кодовой комбинации в последовательную, если передача производится последовательным методом, включение в состав инфор-

мационной кодовой комбинации служебных разрядов, предназначенных для синхронизации оконечного устройства приема и защиты информации от ошибок и т. д.

Источником сообщения (ИС) являются:

а) клавиатура, содержащая все символы; при нажатии на клавишу на шифратор поступает сигнал, однозначно соответствующий данному символу;

б) аппаратура сопряжения с ЭВМ или выходное устройство электрического датчика;

в) промежуточные носители— перфоленты или карты, информация с которых считывается автоматизированным передающим устройством — трансмиттером.



Рис. 71. Блок-схема телеграфного аппарата

Шифратор — кодирующее устройство (КрУ) производит кодирование информации. По составу элементов шифраторы могут быть электромеханическими и электронными.

Передающее наборное устройство (ПерНУ) фиксирует полученную от шифратора комбинацию сигналов на накопительных элементах.

С помощью распределительного устройства (РПер) передаваемая комбинация развертывается во времени, т. е. в определенные моменты времени передается на выходное устройство разрядов кодовой комбинации. Служебные разряды вырабатываются формирователем служебных разрядов (ФСР).

Выходное устройство (ВыхУ) формирует электрические посылки, обладающие необходимыми для передачи в канал мощностью, полярностью и формой.

Длительность электрических посылок, поступающих с выходного устройства, а соответственно и скорость передачи определяются скоростью работы распределителя. Распределители бывают электромеханическими, релейными и электронными.

Устройство управления (УУ) предназначается для формирования с заданной скоростью временных интервалов и выдачу в соответствии с этими интервалами управляющих импульсов, необходимых для работы распределителя.

Приемное устройство (рис. 71, *б*) телеграфного аппарата выполняет следующие основные функции:

прием электрических импульсов, составляющих кодовую комбинацию символа;

определение полярности каждой принятой посылки;

определение и фиксацию начала и конца кодовой комбинации символа, т. е. выделение символа;

накопление и регистрацию кодовой комбинации символа (во время указанных процессов принимаются сигналы, составляющие последовательный код символа и преобразуемые в параллельный код);

дешифрацию накопленной кодовой комбинации;

фиксацию расшифрованного символа на носителе (перфоленте, перфокарте, бумажной ленте или передачу кодовой комбинации электрических импульсов в электронную вычислительную машину).

Принятые из канала электрические импульсы поступают на входное устройство (ВхУ), которое производит прием электрических импульсов и преобразование их в вид, удобный для регистрации.

В качестве входного устройства в аппаратах различных конструкций используются неполяризованные электромагниты, а также поляризованные электромеханические или электронные реле.

Процесс определения номера посылки производится с помощью приемного распределителя (РПр), который превращает последовательную кодовую комбинацию, поступающую от входного устройства, в параллельную, а также обеспечивает запись каждой посылки кодовой комбинации на элемент накопительного устройства в соответствии с его номером. Приемный распределитель совместно с наборным устройством (ПрНУ) преобразует комбинацию электрических импульсов из последовательного временного кода в пространственный параллельный код. В некоторых аппаратах эти устройства объединены в одном узле, в ряде случаев они являются самостоятельными.

Наборное устройство определяет знак посылки, ее номер в кодовой комбинации, запоминает кодовую комбинацию на накопительных устройствах. Наборное устройство включает в себя устройство регистрации принятых посылок и накопительное устройство.

Регистрирующее устройство обеспечивает правильную регистрацию поступающих сигналов с учетом возможного их искажения по времени и амплитуде. Для этого существует несколько методов, в зависимости от типа выбранных элементов. В качестве накопительных элементов используются электронные и электромеханические элементы. Число их равно числу элементарных посылок в кодовой комбинации (5÷8).

В электромеханических аппаратах кодовая комбинация накапливается путем пространственного перемещения и фиксации механических деталей. В электронных аппаратах в качестве накопительных элементов используются динамические триггеры.

Приемный распределитель обеспечивает регистрацию последовательно поступающих на него элементов кодовой комбинации и распределение их по запоминающим элементам наборного устройства.

Зафиксированная на элементах наборного устройства комбинация символа через определенные промежутки времени считывается на дешифратор (ДШ), который формирует сигнал, показывающий, какому информационному символу соответствует принятая кодовая комбинация. Дешифраторы также могут быть электромеханическими и электронными.

Принятый и дешифрованный сигнал поступает получателю сообщения (ПС): на печатающее устройство, перфоратор или в ЭВМ.

Трансмиттер предназначается для автоматического считывания данных с заранее отперфорированной ленты и передачи комбинации импульсов на шифратор телеграфного аппарата.

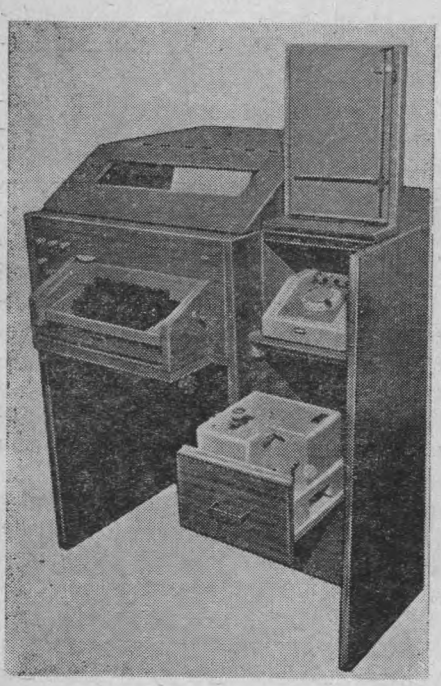


Рис. 72. Телеграфный аппарат Т-63

Реперфоратор предназначается для перфорации и реперфорации (повторной перфорации данных).

Включение телеграфного аппарата в работу и осуществление связи с абонентом производятся с помощью вызывного устройства, в состав которого входит номеронабиратель.

В отечественной практике используются стартстопные ленточные аппараты СТ-2М и СТА-2М и рулонные аппараты Т-60 и Т-63. Характеристики телеграфного аппарата рассмотрим на примере аппарата Т-63.

Телеграфный аппарат Т-63 (рис. 72) является однократным буквопечатающим стартстопным телеграфным аппаратом пятиэлементного кода с клавиатурой типа пишущей машинки, с печатью на рулонную бумагу шириной 210 мм. Аппарат может работать с любым отечественным телеграфным аппаратом, работающим в коде МТК-2 и допускает раздельную и одновременную работу на прием и передачу. Аппарат Т-63 состоит из двух частей: передающей и приемной с приводом.

Передающая часть аппарата служит для преобразования информации, записываемой на бланке в виде буквенных и цифровых символов или в виде информации на ленте в последовательность электрических импульсов. В состав передающей части входят: клавиатура, передатчик, трансмиттер.

Приемная часть аппарата принимает последовательность электрических импульсов, образующих кодовую комбинацию знаков, и преобразует ее в вид, удобный для фиксации. В состав приемной части входят следующие основные узлы: приемно-наборный механизм, блок печати, функциональный дешифратор, перфоратор, автостоп.

Основные технические данные:

частота вращения оси передатчика — 400 об/мин;

скорость телеграфирования — 50 бод;

исправляющая способность (рабочая) — 30%;

практическая скорость обмена при работе вручную — 1600 слов в час; автоматически — 2700 слов в час;

ширина бумаги — 210 мм;

количество знаков в строке — 69.

Телеграфный аппарат используется для выполнения следующих функций:

а) как приемо-передающий аппарат при передаче информации по каналам связи;

б) как устройство ввода-вывода информации при работе с электронной вычислительной машиной;

в) как устройство подготовки машинного носителя (перфоленты) информации для скоростной передачи информации по каналам связи или для ввода и обработки ее с помощью вычислительной машины.

Телеграфный аппарат печатает и перфорирует данные в виде цифр, латинских и русских букв. Для управления типом передаваемой информации используются соответственно три регистра (три клавиши), управляющие шифрацией и дешифрацией данных.

Клавиши регистров входят в состав клавиатуры аппарата. После нажатия на один из регистров печать и перфорация данных производятся символами, соответствующими данному регистру, до тех пор, пока не будет нажата кнопка другого регистра или кнопки управления перевода каретки печатающего механизма. Эти кнопки отключают (снимают) кнопку предыдущего регистра.

Цифровому регистру соответствуют цифровые символы, знаки препинания и некоторые буквы русского алфавита, в основном шипящие и не используемые в латинском алфавите. На клавиатуре эти символы находятся в нижнем ряду. При работе с цифровым регистром клавиатура, соответствующая буквенным регистрам, блокируется.

§ 46. СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Эффективность разработки и внедрения автоматизированных систем управления во многом будет зависеть от систем связи, передающих информацию, необходимую для решения задач управления.

Первоначально, а также частично сейчас данные в машинном виде передавались при помощи телеграфной сети связи и телеграфных аппаратов. Однако существующая аппаратура телеграфной связи не обеспечивает необходимой скорости передачи больших объемов информации, не гарантирует ее высокую достоверность, имеет малую пропускную способность каналов связи. Кроме того, используемый телеграфный код (способ записи отдельных знаков) неудобен для последующей обработки информации на электронных машинах и требует перекодировки в машинный код.

В настоящее время, кроме телеграфных аппаратов, используется разработанная специально для этих целей скоростная аппаратура передачи сообщений по телефонным или другим каналам связи.

Необходимость передачи данных в машинном виде обусловлена следующими причинами.

1. Очень часто источники информации и ее потребители удалены от вычислительного центра, где обрабатываются данные.

2. Экономически выгоднее использовать ЭВМ большой мощности и быстродействия, а также разветвленную сеть передачи данных, чем иметь широкую сеть машин меньшей мощности.

В нашей стране системы передачи данных особенно широкое распространение получат при разработке сети автоматизированных систем управления и Единой автоматизированной системы связи.

К системам передачи данных предъявляются более жесткие требования, чем к передаче данных по обычным телеграфным каналам. Особенности систем передачи данных сводятся к следующему.

1. Более высокие требования к достоверности передачи сообщений, так как ошибочно принятые данные могут обесценить результаты вычислений или привести к выполнению неправильной операции при искажении кода команды.

2. Необходимость использования в аппаратуре передачи данных схем автоматического обнаружения и исправления ошибок. Это обусловлено тем, что информация, передаваемая и обрабатываемая с помощью ЭВМ, в большинстве случаев представляется без видимого смысла и не может быть исправлена оператором. Кроме того, в ряде случаев она не фиксируется на носителе и передается из канала связи через согласующие устройства непосредственно в ЭВМ или наоборот.

3. Более высокие требования к скорости передачи данных. Они обусловлены тем, что увеличился объем передаваемой информации и появились ограничения на сроки ее передачи, особенно для быстростареющей информации. Опоздание в получении информации приводит к принятию решений, не являющихся оптимальными, а в ряде случаев даже к неверным результатам.

4. Более высокие требования к надежности передачи информации.

В зависимости от скорости передачи информации системы передачи данных можно подразделить на следующие группы:

низкоскоростные системы передачи данных, работающие по телеграфным каналам со скоростью 50—200 бод;

среднескоростные системы передачи данных, работающие на базе сети коммутируемых и некоммутируемых телефонных каналов связи, диапазон скоростей этих систем колеблется от 300 до 9600 бод;

высокоскоростные системы передачи данных, работающие по групповым широкополосным каналам связи со скоростью выше 10 тыс. бод.

Системы передачи по телеграфным каналам используют два типа аппаратуры.

1. Аппараты, используемые в обычных телеграфных системах. К ним относятся аппараты без устройств повышения достоверности, включая стандартные телеграфные аппараты РТА, СТА, Т-63 и т. д. Основные недостатки этой аппаратуры следующие:

малая скорость передачи информации, составляющая 50—75 бод (7—10 знаков в секунду);

малый набор передаваемых знаков (61 вместо требуемых при машинной обработке 100—120);

малая пропускная способность каналов связи;

большая вероятность появления сбоев ($10^{-3} \div 10^{-4}$);

неудобный для обработки данных код передачи;

стоимость передачи одного бита достаточно велика из-за большого времени занятия канала и операторов при обеспечении необходимой достоверности.

В то же время для первого этапа внедрения АСУ этот вид связи имеет определенные преимущества: низкая стоимость и налаженный выпуск аппаратуры, возможность использования существующих каналов связи.

Основным видом такой связи, используемым для передачи данных, является абонентский телеграф. Этот способ передачи данных основан на создании вторичных сетей для каждой отраслевой автоматизированной системы. Примерами систем передачи данных, использующих сеть абонентского телеграфа для АСУ, являются системы централизованного сбора и обработки информации ЦСУ СССР, Госбанка, Министерства связи, Министерства путей сообщения и т. д.

2. Специальная аппаратура, предназначенная для передачи машинной информации, использующая устройства повышения достоверности передачи информации. К этой аппаратуре относится специально разработанная аппаратура систем передачи данных типа «Аккорд-50», «Онега-2», «Светофор» и т. д.

Специальная аппаратура передачи данных более приспособлена для передачи машинной информации. Скорость передачи достигает 200 бод (28 знаков в секунду), набор используемых символов составляет 100—128 знаков, достоверность передачи инфор-

мации повышена до 10^{-6}, используется код, не требующий предварительной машинной обработки.

Однако введение дополнительных устройств повышения достоверности передачи информации, использование новых кодов значительно повысило стоимость устройств.

При разработке АСУ передача данных по телеграфным каналам рекомендуется при малых объемах передаваемой информации, требующих занятия канала 35—90 мин в сутки. При длине связи 1000 км максимальное рекомендуемое время передачи должно составлять 45—60 мин. При увеличении объема информации и времени передачи выгоднее использовать системы передачи по телефонным каналам.

При разработке АСУ «Речфлот» систему передачи по телеграфным каналам можно рекомендовать на уровне АСУ «Порта» и частично на уровне АСУ «Пароходства».

Этот уровень характеризуется большим количеством источников информации (порты, пристани, выделенные причалы, грузовые районы, склады, железнодорожные станции и т. д.). Объем информации, передаваемой в прямом и обратном направлениях, невелик.

На первом этапе внедрения система передачи данных может в основном базироваться на существующих воздушных и кабельных линиях связи с портами и пристанями. Поэтому организация такой связи не потребует больших затрат. Телеграфные аппараты можно будет использовать также в качестве устройств предварительной подготовки машинных носителей.

Системы передачи данных с использованием телефонных каналов разрабатываются специально для передачи машинной информации. Поэтому эти устройства отличаются не только быстродействием, но большей надежностью и достоверностью передачи данных по сравнению с телеграфными аппаратами. Они относятся к разряду среднескоростных систем передачи данных. К этому классу относятся различная аппаратура, передающая данные со скоростью от 300 до 9600 бод.

В свою очередь эти системы можно подразделить на две группы: среднескоростные системы передачи данных по коммутируемым телефонным каналам связи и по некоммутируемым.

Первая группа систем может быть применена при использовании сети телефонных каналов связи общего пользования. Эти системы имеют скорость передачи данных до 1200 бод (300, 600, 1200). При использовании этих систем канал организуется и предоставляется абоненту на период передачи информации. Аппаратура передачи должна иметь повышенную надежность, так как качество канала зависит от случайных, не известных заранее характеристик участков, из которых организуется представляемый канал. Она включается в телефонную сеть на правах абонентов учрежденческих, производственных, городских и междугородных телефонных станций. Естественно, при этом руководство телефонной сети уведомляется о том, что абонентом является система

передачи данных, так как эти установки создают большую нагрузку на линии связи и требуют к себе повышенного внимания.

По способу передачи данных все системы передачи данных можно подразделить на три группы: с последовательным, с параллельным, с последовательно-параллельным способом передачи данных.

Наибольшее распространение получил последовательный способ передачи данных, особенно по телефонным каналам связи. При последовательном способе передачи используются два алгоритма передачи: поблочный и позначный.

При позначном способе передачи основной структурной единицей является знак, символ.

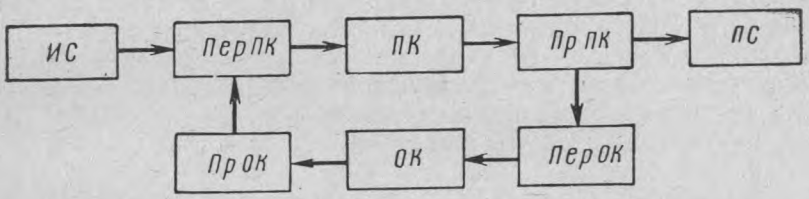


Рис. 73. Блок-схема системы передачи данных с информационной обратной связью:
ИС — источник сообщения; ПерПК — передатчик прямого канала; ПК — прямой канал; ПрПК — приемник прямого канала; ПрОК — приемник обратного канала; ОК — обратный канал; ПерОК — передатчик обратного канала; ПС — получатель сообщения

Поблочный способ передачи данных состоит в том, что информация передается блоками определенной длины (240, 480, 960 бит).

Большинство внедряемых систем передачи данных используют поблочный алгоритм. К ним относятся «Аккорд-1200» (СССР), DFE-550 (ГДР), ТД-2100 (Италия), «Transdata-8001-8004» (ФРГ), «Rapidata TS» (Франция) и т. д.

По способу повышения достоверности среднескоростные системы данных по телефонным каналам подразделяются на системы: без обратной связи, с решающей обратной связью, информационной обратной связью, с комбинированной обратной связью.

В системах без обратной связи основным методом повышения надежности передачи данных и обнаружения ошибок является использование помехозащитных кодов. Обратной передачи сигнала о правильности приема информации не принимается. К этим системам относятся СПД «Минск-1500», Р-903.

В остальных системах используется обратный канал, по которому от приемника к передатчику передается сигнал о правильности или неправильности передачи блока информации (рис. 73).

Система передачи с решающей обратной связью вначале анализируют принятый блок информации. При обнаружении ошибок по обратному каналу посылается сигнал-запрос о повторении искаженного блока информации. К системам с решающей обратной

связью относятся: «Онега-АТП-600», «Аккорд-1200» (СССР), СН-201 (Швеция), DFE-550 (ГДР), ТД-2100 (Италия) и т. д.

В системах с информационной обратной связью решение о повторной передаче информации принимает передающий пункт, который сравнивает блоки: переданный по прямому каналу и принятый по обратному каналу. В этом случае прямой и обратный канал имеют одинаковую скорость.

В последнее время разработана система с комбинированной обратной связью, в которой решение принимает передатчик и приемник.

Среднескорстные системы передачи данных при разработке АСУ «Речфлот» используются для передачи информации на следующих линиях обмена: управление портом (узел связи порта)—ВЦ порта — ВЦ пароходства, ВЦ порта, ВЦ пароходства — ГВЦ.

Применение систем передачи данных по телефонным каналам позволяет использовать существующую телефонную сеть. Ограничением является максимальная скорость передачи данных. Основные характеристики систем передачи данных представлены в табл. 12.

Таблица 12

Характеристики	„Онега АТП"	„Минск-1500"	„Аккорд-50"	„Аккорд-1200 ПП"	„Аккорд-1200 ПМ"	„Аккорд-1200"	ЕС-8002	ЕС-8122, „Орион-1200"
Достоверность	10^{-6}—10^{-7}	10^{-6}	10^{-6}	10^{-6}	10^{-6}	10^{-6}	10^{-6}	10^{-6}
Скорость передачи, бод	600	1200 2400	200	1200 600	1200	1200 600	200 600	1200 4800 600
Канал связи	ТФ	ТФ ФЦ	ТГ ФЦ	ТФ ФЦ	ТФ ФЦ	ТФ ФЦ	ТГ ФЦ	ТФ ФЦ
Модуляция	ЧМ	ЧМ		ЧМ	ЧМ	ЧМ		
Дальность передачи, км	—	10	10	5000 12000	При 1200 бод При 600 бод			
Длина блока, знаки	—	—	12—96		112—240		240	240
Тип обратной связи	РОС	—	РОС	РОС	РОС	РОС	РОС	РОС

Принятые сокращения:
ЧМ — частотная модуляция;
ТГ — телеграфные каналы;
ТФ — телефонные каналы;
ФЦ — физические цепи;
РОС — решающая обратная связь.

Назначение и принцип работы аппаратуры передачи данных (АПД) рассмотрим на примере устройства «Аккорд-1200». Аппаратура передачи данных «Аккорд-1200» предназначается для передачи данных по коммутируемым телефонным и телеграфным каналам с двух- и четырехпроводным окончанием со скоростью 600 и 1200 бод. Ввод и вывод данных производится с помощью перфоленточных электромеханических устройств.

«Аккорд-1200» имеет следующие модификации: «Аккорд-1200 ПП»—«Прием-передача», «Аккорд-1200 ПД»—«Передача данных», «Аккорд-1200 ПМ» — «Прием данных».

В состав аппаратуры оконечных абонентских установок (рис. 74) входит модем, переговорно-вызывное устройство (ПВУ), передатчик-приемник данных с устройством повышения достоверности, вводно-выводное устройство.

Модем (модулятор-демодулятор) преобразует посылки и модулирует колебания, а также выполняет функцию образования прямого и обратного каналов, предназначенных для передачи по ним информационных сигналов.

Устройство ввода-вывода информации автоматически воспринимает данные с перфоленты, а также выдает принятую информацию на перфоленту, а в некоторых случаях воспроизводит информацию в виде печатного документа. Поэтому в состав этого устройства входят: фотосчитывающее устройство (ФСУ), перфоратор ленточный, а в некоторых случаях и печатающее устройство.



Рис. 74. Блок-схема устройства передачи данных «Аккорд-1200»

Приемник-передатчик данных в режиме передачи преобразует вводимую информацию в вид, пригодный для передачи по каналу связи, т. е. из параллельного кода в последовательный, и вводит необходимые для защиты при передаче по каналу импульсы.

В режиме приема производится обратная операция преобразования кода и его дешифрация.

Аппаратура имеет два режима: переговоры и передача данных.

В режиме «переговоры» вначале по АТС выбирается необходимый абонент, затем устанавливается устная связь о начале работы, приеме и передаче информации и затем аппаратура передачи данных переключается на режим «передача данных».

Перевод в этот режим производится вручную на пульте, откуда осуществляется передача, и автоматически на пульте, где производится прием. Управление дальнейшей работой производится автоматически без участия человека.

По окончании передачи данных оконечные абонентские установки переводятся в режим «переговоры», выдается необходимая световая или звуковая сигнализация. В случае нарушения передачи или появления ошибок установки также переключаются в режим «переговоры» и выдаются сигналы.

Аппаратура позволяет принимать и передавать данные по коммутируемым и выделенным телефонным каналам, организованным кабельным, воздушным и радиорелейным линиям связи и цепям городской телефонной сети.

При использовании телефонных каналов с двухприводным окончанием возможна двусторонняя поочередная передача дан-

ных; при использовании линий с четырехпроводным окончанием — двусторонняя одновременная передача данных. Аппаратура обеспечивает служебную связь (вызов, переговоры). Ввод и вывод данных производится на восьмидорожечную бумажную перфоленту, возможно использование пятидорожечной перфоленты.

При вводе (выводе) данных может быть использован пяти-, шести-, семиэлементный двоичный код с признаком четности, нечетности или без признака, и восьмиэлементный двоичный код.

Аппаратура производит последовательную передачу и прием по прямому каналу синхронных двоичных сигналов с информацией со скоростью 600 или 1200 бод и по обратному каналу — асинхронных служебных сигналов со скоростью 75 бод. В обоих случаях используется частотная модуляция.

Максимальная скорость ввода (вывода) составляет 150 знаков в секунду при скорости работы 1200 бод и 75 при скорости 600 бод.

Аппаратура обеспечивает передачу данных через шесть переприемных участков. Максимальная дальность связи: при скорости 600 бод — 14—18 тыс. км, при скорости 1200 бод — 7—9 тыс. км.

Ошибки исправляются с помощью автоматического повторения блока данных, принятого с ошибками. Данные передаются поблочно. Блок не зависит от длины сообщения. Каждый блок включает в себя 4 знака служебного признака блока, 240 (112) знаков информационной части блока, 16 знаков проверочной комбинации.

§ 47. СОПРЯЖЕНИЕ ЭВМ С КАНАЛАМИ СВЯЗИ И ОРГАНИЗАЦИЯ ДИСТАНЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

Обмен информацией между аппаратурой передачи данных и ЭВМ может производиться двумя способами: с помощью технических носителей, в основном перфоленты, и путем электрического сопряжения с помощью устройств согласования.

В первом случае не обеспечивается необходимая автоматизация обмена информацией между отдельными устройствами.

Использование устройств согласования каналов связи с ЭВМ позволяет значительно повысить производительность технических средств управления, сократить время обработки информации за счет исключения промежуточных операций по выводу информации на перфоноситель, переносу машинных носителей от устройства к устройству и вводу информации с перфоносителя, а также повысить достоверность передачи информации и надежность работы технических средств. Использование устройств согласования позволяет увеличить гибкость работы системы управления с применением ЭВМ, так как может производиться дистанционный ввод и вывод информации, диалог между пользователем и ЭВМ, а также обмен информацией между ЭВМ. Поэтому уделяется большое внимание системам телеобработки информации (рис. 75), системам дистанционного обмена информацией между ЭВМ и удаленными

абонентскими пунктами пользователей. Составными частями этой системы являются процессор ЭВМ, мультиплексный канал ввода-вывода информации (МК), мультиплексор передачи данных (МПД), средства связи и абонентские пункты (АП).

ЭВМ в этой системе принимает информацию от абонентских пунктов, обрабатывает эту информацию и выдает результаты решения.

Согласование работы линий связи, поступающих в вычислительный центр, с мультиплексным каналом ЭВМ производится с помощью устройства управления дальней связи, которое называется также мультплексором передачи данных.

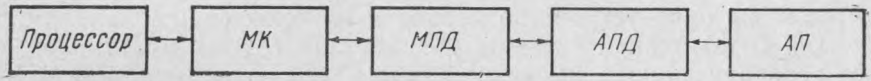


Рис. 75. Структурная схема телеобработки информации

Мультиплексор передачи данных (МПД) представляет собой вычислительное устройство с программным управлением, обеспечивающее управление АПД и согласование их с ЭВМ. Подключается МПД к мультплексному каналу ЭВМ с помощью интерфейса ввода-вывода. Мультиплексор передачи данных может выполнять следующие функции: управление каналами передачи данных, выдачу данных по запросу потребителя, реализация заданной дисциплины обслуживания периферийных устройств (с приоритетом, без приоритета, с прерыванием), опрос линий связи и анализ их состояния с точки зрения их загрузки, согласование скоростей работы как с ЭВМ, так с каналами связи, контроль циркулирующей информации и т. д.

Мультиплексор может работать автоматически в программном режиме. Подключенный через мультиплексный канал МПД может работать параллельно с процессором и обмениваться информацией с оперативной памятью со скоростью работы мультплексного канала и с абонентскими пунктами с скоростями работы каналов связи. Это позволяет осуществлять одновременный обмен с несколькими устройствами. Разработано несколько типов устройств, позволяющих использовать различные варианты подключения аппаратуры передачи данных к ЭВМ.

Так, например, к ЭВМ «Минск-32» может быть подключено 3 типа устройств согласования: «Минск-1550», «Минск-1560», «Минск-1571», имеющие различные характеристики и возможности. Устройство «Минск-1550» предназначено для подключения и согласования работы телеграфных каналов и ЭВМ, обеспечивает подключение до четырех коммутируемых и некоммутируемых телеграфных каналов. При этом допускается работа всех четырех каналов со скоростью 50 бод. Передача и дистанционный ввод информации в ЭВМ производятся путем обмена с устройством

«Минск-1550». Управление специальными призначными кодами и выводом информации производится с помощью служебного телеграфного аппарата оператором ВЦ.

Аппаратура «Минск-1560» обеспечивает одновременную и независимую работу от 8 до 32 телеграфных каналов. К этому устройству может быть подключено до 4 телефонных каналов. Каналы могут быть как некоммутируемыми, так и коммутируемыми, что значительно расширяет количество подключаемых абонентов. Скорость передачи по телеграфным каналам составляет 50 бод, по телефонным каналам — 2400 бод. Достоверность передачи информации определяется в основном аппаратурой передачи и каналами связи.

Устройство «Минск-1571» позволяет подключить к ЭВМ «Минск-32» одно устройство передачи по телефонным каналам.

Для ЭВМ единой системы разработана группа мультиплексоров передачи данных, имеющих лучшие характеристики, чем МПД для ЭВМ «Минск-32».

Более подробно рассмотрим возможности мультиплексора МПД-1 (ЕС-8410). К нему в зависимости от конфигурации АПД может подключаться от 16 до 32 коммутируемых и некоммутируемых телеграфных и телефонных линий передачи данных, работающих со скоростями 50, 75, 100, 150, 200, 300, 600, 2400 бод. При использовании АПД со скоростями 2400 бод подключается 16 линий. Через интерфейс могут быть подключены также модемы. Передача сигналов по линии — асинхронная, полудуплексная.

К мультиплексору может быть подключено 3 устройства управления абонентскими пунктами.

Мультиплексор МПД может быть подключен одновременно к мультиплексным каналам двух ЭВМ, однако пользоваться им машины могут по очереди.

С помощью мультиплексора могут быть осуществлены различные варианты подключения систем передачи данных и созданы гибкие системы обработки данных (рис. 76).

Большое распространение при передаче информации по каналам связи и согласовании каналов с различными устройствами (видеозаписи, АПМ) получили модемы (модуляторы-демодуляторы), которые выполняются в качестве самостоятельных блоков. Они используются как связующая аппаратура непосредственно с каналами связи и подключаются к МПД или мультиплексному каналу непосредственно. Обычно модем разрабатывается на определенную скорость передачи данных и имеет стандартную систему подключения. По своему составу и выполняемым функциям они значительно проще оконечной аппаратуры систем передачи данных.

Модемы преобразуют двоичную последовательность сигналов, поступающих от оконечного оборудования, в частотно-модулированную (или другой модуляции) серию сигналов и передает эту серию в телефонную или телеграфную линию связи. При приеме информации из каналов связи модем производит обратное преоб-

разование модулированных сигналов, переданных из каналов связи в двоичный код.

Модемы могут работать в одном из режимов работы, на которые они разрабатываются. Например, модем 600 (ЕС-8006) может подключаться к коммутируемым и некоммутируемым двух- и четырехпроводным телефонным каналам и многоточечным соединениям и использоваться при симплексной полудуплексной передаче информации со скоростями 1200, 600 бод в прямом канале и 75 бод в обратном канале. Информация может передаваться с частотной

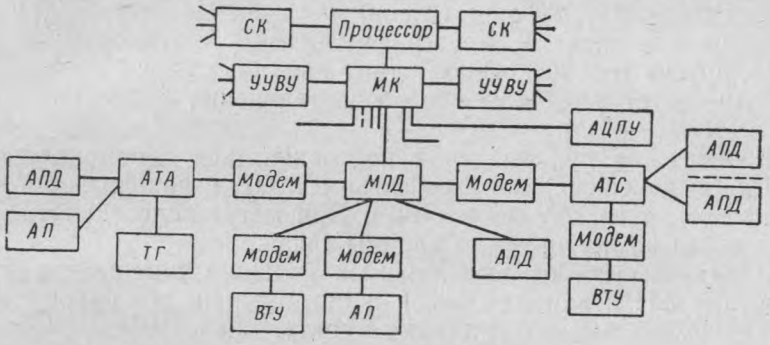


Рис. 76. Схема организации связи с использованием мультиплексора передачи данных:

СК — селекторный канал; МК — мультиплексный канал; МПД — мультиплексор передачи данных; АПД — аппаратура передачи данных; АП — абонентский пункт; ТГ — телеграфный аппарат; АТА — автоматическая телеграфная станция; АТС — автоматическая телефонная станция; АЦПУ — алфавитно-цифровое печатающее устройство; ВТУ — видеотерминальное устройство

модуляцией. К модему может быть подключен телефонный аппарат. Такой модем может работать в следующих режимах: передача данных, прием данных, телефонный режим, местный контроль, дистанционный контроль. К различным устройствам его можно подключать с помощью интерфейса ввода-вывода данных.

Абонентский пункт (АП) представляет собой комплекс взаимосвязанных устройств, выполняющих определенные функции. В настоящее время разработано несколько типов абонентских пунктов, которые могут выполнять следующие функции:

сбор данных, т. е. подготовку и передачу данных в центральный узел обработки информации (ЭВМ) для дальнейшего накопления. В этом случае данные в основном передаются от абонентского пункта в вычислительный центр. Обратная передача данных является нетипичной;

вывод информации, при котором аппаратура абонентского пункта используется как удаленное устройство вывода информации на машинный носитель или на бумажный носитель в виде текста, графика, таблицы и т. д.;

ввод и вывод информации, при котором аппаратура АП используется как удаленные внешние устройства ввода и вывода информации;

управление ЭВМ, когда оборудование АП или его часть используется в качестве удаленного пульта оператора ЭВМ;

диалог, выдача справок, когда производится ввод запроса с абонентского пункта и необходимых исходных данных, прием и выдача ответа. Диалог может осуществляться как в режиме с ожиданием, т. е. с ожиданием освобождения машины от обслуживания других задач и запросов, так и в режиме с прерыванием решения других задач. Особенно удобен этот вид связи для обслуживания работников аппарата управления.

Абонентские пункты могут подключаться с помощью как телеграфных, так и телефонных каналов связи. Некоторые АП могут подключаться как к телеграфным, так и телефонным каналам связи, другие только к одному типу каналов связи.

Существует несколько способов соединения абонентских пунктов с МПД и ЭВМ.

Абонентские пункты могут подсоединяться с помощью постоянных (выделенных) каналов связи с МПД и находиться в постоянной электрической связи с ним. Они могут подсоединяться также и через коммутируемые каналы связи.

В зависимости от выполняемых функций инициатива в подключении АП к каналам связи и организации его работы может принадлежать как абонентскому пункту, так и ЭВМ.

В состав аппаратуры АП могут входить устройства согласования с каналами связи (модемы), устройства преобразования сигналов, устройства защиты от ошибок, устройства уплотнения сигналов для передачи по высокоскоростным каналам связи, вызывные устройства по телеграфным и телефонным каналам, внешние устройства вычислительной техники (автоматические пишущие машинки, устройства ввода-вывода информации с перфоленты, видеотерминальные устройства, алфавитно-цифровые печатающие устройства и т. д.), устройства управления абонентским пунктом. В табл. 13 приведен состав оборудования характерных абонентских пунктов (рис. 77), работающих с ЕС ЭВМ.

Например, абонентский пункт ЕС-8503 (АП-3) включает в свой состав автоматическую пишущую машинку, перфоратор, фотосчитывающее устройство, устройство управления и согласования с каналом связи, телефонный аппарат. Он позволяет осуществлять связь с ЭВМ или с удаленным на расстояние абонентским пунктом. Обмен информацией производится со скоростью 2400 или 1200 бод. Передача информации осуществляется блоками длиной от 120 до 960 двоичных знаков. Для накопления информации используется запоминающее устройство.

Абонентский пункт может работать в обслуживаемом или автономном режиме. В автономном режиме можно осуществлять обычную печать документа, подготовку перфоленты с распечаткой данных, получение копии перфоленты. В обслуживаемом режиме абонентский пункт может передавать данные, принимать и вести диалог. В его составе имеется устройство автоматического ответа на вызов, с помощью которого аппаратура может быть переведе-

Таблица 13

Тип абонентского пункта	Канал связи	Повышение достоверности	Состав оборудования АП
АП-1	ТФ ТГ	Нет	АПМ Устройство ввода с перфоленты (УВВ ПЛ) и перфокарт (УВВ ПК) Устройство вывода на перфоленту УВВ ПЛ Блок сопряжения с линией связи (модем)
АП-2	ТГ	Есть	АПМ УВВ ПЛ УВЫВ ПЛ Модем
АП-3	ТФ	УЗО	УВВ ПЛ Модем АПМ
АП-4	ТФ	Есть	АПМ (УВВ ПЛ) НМЛ с шаговым режимом работы УВВ ПЛ Модем
АП-11	ТФ	Есть	АЦПУ УВВ ПК Модем
АП-61	ТФ	Есть	Видеотерминал ЕС-7064 Модем
АП-64	ТФ	Есть	АЦПУ Модем

на в режим приема даже при отсутствии оператора. Информация выводится на пишущую машинку и перфоратор. Управление работой устройства автоматическое, от клавиатуры с помощью специального набора знаков, управляющих приемом, передачей, подключением к каналу связи и отключением от него.

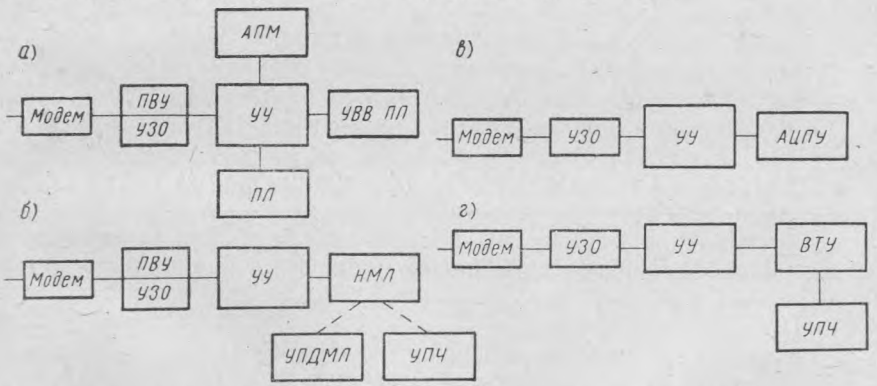


Рис. 77. Варианты абонентских пунктов (*а, б, в, г*):

ПВУ — приемно-вызывное устройство; УЗО — устройство защиты от ошибок; АПМ — автоматическая пишущая машинка; УВВ ПЛ — устройство ввода с перфоленты; ПЛ — перфоратор ленточный; УПД МЛ — устройство подготовки данных на МЛ; УПЧ — устройство печати; АЦПУ — алфавитно-цифровое печатающее устройство; ВТУ — видеотерминальное устройство

Устройство включает в свой состав блоки повышения достоверности, используемые как при передаче, так и при приеме информации. Он производит преобразование кода из параллельного в последовательный, добавление кода до четности, а также обратное преобразование кода и его проверку. В случае обнаружения ошибки вместо неправильно принятого знака печатается символ ошибки.

При работе в режиме диалога данные предварительно печатаются на бумаге, информация не передается, входная и выходная линии блока связи с каналом блокируются. Затем отпечатанная информация может передаваться на линию выхода.

ГЛАВА IX. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

§ 48. ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ И РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ

Как известно, разработка и внедрение решения задач управления производством при создании автоматизированных систем управления, применении математических методов и вычислительной техники производится в несколько этапов. При этом в решении каждого этапа принимают участие специалисты различной квалификации и различных специальностей: инженеры-экономисты, математики-вычислители, математики-программисты и операторы вычислительных машин. И во многом успех решения задачи зависит от правильной ее постановки, четкого описания всех процедур решения, использования единого подхода, единых понятий согласования всех процедур от одного этапа к другому. Процесс разработки и внедрения задач управления можно разделить на следующие этапы.

1. Анализ систем и формулировка задачи.

2. Постановка задачи, проектирование процедуры ее решения и определение информационного обеспечения:

а) формальная постановка задачи, математическое описание;

б) выбор метода решения;

в) разработка технологической (функциональной) схемы сбора, передачи и обработки информации;

г) составление блок-схемы алгоритма обработки информации;

д) разработка необходимой документации для программирования, отладки и внедрения.

3. Программирование:

а) описание задачи на языках программирования;

б) привязка информационных массивов и алгоритмов переработки информации к конкретной ЭВМ, планирование процесса программирования;

в) составление машинных программ и заданий.

4. Отладка:

а) подготовка отладочных массивов;

б) отладка отдельных программ;

в) комплексная отладка программ и пробная эксплуатация задачи на отладочных массивах.

5. Подготовка задачи к внедрению, разработка инструкций по сбору информации.

6. Решение задачи, внедрение ее в практику производства.

Все этапы тесно связаны друг с другом, последующие этапы могут влиять на предыдущие (рис. 78). Каждый этап сопровождается выдачей соответствующей документации. Первые два этапа выполняют специалисты по анализу систем (инженеры-экономисты, математики-вычислители). Программируют программы программисты. Отлаживает и решает задачу оператор на ЭВМ. В отладке задачи и ее решении участвуют также все специалисты.



Рис. 78. Последовательность разработки и решения задач с использованием ЭВМ

Рассмотрим более подробно этапы, в которых должны принимать участие экономисты-кибернетики.

Этап анализа системы включает анализ процесса, подвергающегося формализации, необходимых документов, используемых при его управлении вручную. Система анализируется с учетом решения вопросов дальнейшего проектирования вычислительного процесса. При изучении самого процесса с позиций его формализации определяются сведения, необходимые для решения вопросов проектирования АСУ:

цель решения задачи, излагается содержание задачи и ориентировочная оценка ее эффективности;

все условия и ограничения, необходимые для ее правильного решения, в том числе и временные, периодичность решения, ограничения на время решения;

форма и содержание результатов решения задачи (выходных документов), для каких подразделений она решается, устанавливаются связи между поставщиками информации и потребителем решения задачи;

состав необходимой информации и формы ее представления. Выявляются желательные и необходимые виды контроля; контрольные данные для отладки и решения задачи.

На основе этих данных производится формализованная постановка задачи и проектирование процедуры ее решения, что является содержанием следующего этапа. В случае сложности

задачи обосновывают и выбирают математический метод решения.

Эту часть работы должны выполнять специалисты, понимающие физическую сущность задачи и особенности ее решения с помощью математических методов и вычислительной техники (экономист-кибернетик), в необходимых случаях могут использоваться специалисты математики.

Задача может формулироваться различными способами, корректно и некорректно. Корректная постановка задачи производится в виде, близком к математическому или в математических терминах. Чем больше корректность постановки задачи, т. е. чем больше формализация постановки, тем легче разрабатывать следующие этапы.

При постановке задачи выдаются следующие данные.

1. Организационно-экономическая сущность задачи (наименование задачи и круг объектов, для которых она предназначается, краткое содержание постановки задачи, периодичность ее решения, связь с другими задачами и место в комплексе, способ организации сбора исходных данных и передачи их на обработку, временные ограничения на выдачу решения задачи, специфические особенности задачи).

2. Информационное обеспечение решения задачи, в которое входит характеристика всех видов информации:

а) входные формы оперативной информации, формы входных документов либо макеты сообщений на машинных носителях (если первичный носитель является машинным);

б) нормативно-справочная информация;

в) выходная информация (формы выходных документов либо макет выходных сообщений, формы промежуточных документов, которые должны выдаваться на печать для проверки правильности расчетов и т. д.).

Каждая форма документов и каждый показатель (величина) сопровождается набором определенных сведений, необходимых при планировании размещения информации на машинных носителях и программировании ее обработки на машине, разработке технологической схемы обработки, выборе необходимого для решения данной задачи состава оборудования.

3. Технологическая схема сбора, передачи и обработки информации и решения задачи, на которой должны быть представлены процедуры и последовательность решения всей задачи. На этой схеме с помощью специальных обозначений четко отображаются все процедуры движения и обработки данных при решении задач управления на всех видах технического оборудования, отображаются все связи между информационными массивами и их программной обработкой.

Схема сопровождается объяснительной запиской и приложением.

4. Алгоритм решения задачи.

Алгоритмом называется точное предписание, определяющее

содержание и последовательность операций, приводящих исходные данные в конечный результат. Алгоритм представляет собой совокупность формальных правил, которая описывает физическую сущность исследуемых процессов при помощи математических и логических зависимостей, приводящих к однозначному решению задачи. Алгоритм разрабатывается для решения задачи вообще, независимо от типа ЭВМ, на которой может быть произведена его реализация. Он составляется в соответствии с рекомендациями «Общеотраслевых руководящих методических материалов по разработке АСУ».

Существует несколько форм представления алгоритмов. Наибольшее распространение получила графическая форма представления, когда алгоритм вычерчивается в виде блок-схемы, представляющей взаимосвязь выполнения отдельных операций.

Описание алгоритма решения задач и управления включает:

блок-схему алгоритма;

описание последовательных этапов счета и расчетных формул, необходимых для решения данной задачи;

расчетные формулы, служащие для формирования нормативно-справочной информации, а также используемые для внесения тех или иных изменений;

контрольные соотношения, которые могут использоваться для контроля вычислений, а также пути продолжения вычислительного процесса в том случае, если контрольные соотношения нарушены;

указание на необходимость выполнения отдельных частей алгоритма в зависимости от соблюдения тех или иных условий;

алгоритмы, либо ссылки на определенные части общего алгоритма, применяемые для различных вариантов отклонений от нормального процесса решения задачи (например, в случае отсутствия тех или иных документов, сведений).

При разработке блок-схемы алгоритма, программы должна быть учтена возможность деления блок-схемы на части, которые могут быть записаны на различных языках программирования, возможность использования ранее разработанных стандартных программ, которые хранятся в библиотеках исходных, абсолютных и объектных модулей ЭВМ, способы организации и размещения информации на внешних запоминающих устройствах и последовательность преобразования информации.

5. Контрольный пример, служащий для проверки правильности алгоритмов решения задачи в процессе отладки программ, включает в свой состав:

набор всех входных документов, заполненных конкретными данными (для формирования оперативной информации), конкретные значения накопленной и хранимой для других задач информации;

форма выходных документов с данными, рассчитанными в соответствии с алгоритмом.

В контрольном примере следует учесть максимально возможное количество различных вариантов вычислительного процесса.

Указанные выше данные являются исходной базой для программирования решения задачи на ЭВМ. На их основе разрабатывается задание на программирование задачи.

Программирование задачи представляет собой запись алгоритма на языках программирования.

Программа составляется на основе блок-схемы алгоритма решения задачи. В зависимости от степени детализации алгоритма составляется блок-схема программы. Если алгоритм составлен укрупненно, то составляется вначале укрупненная блок-схема программы и затем на ее основе более подробная блок-схема программы, по этой блок-схеме производится кодировка программы в кодах принятого языка программирования. Как уже указывалось ранее, программа задачи может быть записана блоками на различных языках программирования, в ее составе могут быть использованы стандартные части, хранящиеся в памяти машины в различных библиотеках. Способ представления и размещения информации, необходимость преобразования информации должны быть также заданы.

На основе блок-схемы программы составляется задание операционной системе на решение задачи.

Задача может решаться под воздействием нескольких заданий, каждое из которых включает в себя указание на выполнение определенного этапа реализации задачи, например трансляции, редактирования, а также непосредственного решения задачи по всей программе или ее части. Решение о том, в каком виде представлять задание, принимает программист. Деление задания на отдельные части удобно на этапе отладки, так как при случае обнаружения ошибки машина снимает задание не на всю задачу, а только на ее часть. Это позволяет быстрее обнаружить ошибку.

По разработанной программе составляется инструкция по отладке программы, перфорации исходных данных, по работе оператора при решении задачи на ЭВМ и т. д.

Отладка программы представляет собой процедуру проверки правильности составления программы. Она сводится к моделированию всех возможных условий работы программы. Цель отладки программы — проверка двух основных положений:

1) программа составлена правильно и соответствует разработанной логике алгоритма;

2) логика программы соответствует основным требованиям поставленной задачи.

Программы большого объема для сокращения времени разработки составляются несколькими программистами, каждый из которых составляет часть программы.

Некоторые программы могут содержать несколько десятков тысяч команд и, поскольку в их логике должны быть отражены все возможные условия и ограничения задачи, в них могут быть ошибки. Практика работы показывает, что достаточно квалифицированные программисты допускают в среднем одну ошибку на 125 команд.

Ошибки в программах можно разделить на следующие группы: описки или ошибки в перфорации, ошибки в логике программы, неправильное понимание функций машин, неправильное понимание требований задачи, ошибки алгоритмизации.

Существует несколько типов отладки программ, основное из них следующее: камеральная проверка программы; подготовка программы, контрольное считывание перфокарт, отладка отдельных блоков программы на условных массивах, комплексная отладка программы на условных массивах, комплексная отладка на реальных массивах, на контрольном примере.

После отладки производится уточнение инструкций по подготовке информации и решению задач на машине, подготовка задачи к внедрению. Подготавливаются исходные данные, производится их перформация, вводятся массивы нормативно-справочной информации, составляются инструкции по сбору оперативной информации и другие мероприятия, обеспечивающие внедрение задачи.

Процедура отладки задачи на ЭВМ является сложной и трудоемкой операцией и во многом зависит от квалификации составителей программы и от совершенства ЭВМ. Машины последних конструкций имеют для этой цели специальные наладочные программы.

Внедрение задачи включает в себя также два этапа — опытное внедрение, на котором проверяется работоспособность всего комплекса, включая алгоритм, программу, инструкции по составлению информации, ее подготовке и выдаче.

После опытной проверки и уточнения всей документации задача передается на постоянную эксплуатацию, о чем составляются соответствующие документы.

§ 49. ПОСТРОЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ СБОРА, ПЕРЕДАЧИ И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

Для обеспечения стандартизации и унификации документации, выдаваемой при постановке задач управления, разработаны руководящие методические материалы, регламентирующие правила составления технологических схем сбора и обработки данных, алгоритмов и программ решения задач. Внедрение этих правил позволяет исключить различное толкование одних и тех же понятий, обеспечивает единообразие представления данных.

Такие технологические схемы при разработке автоматизированных систем управления представляют собой документ, регламентирующий последовательность процедур сбора и обработки информации на различных технических устройствах в процессе решения задачи. Она является составной частью документации, выдаваемой разработчиками подсистем АСУ при постановке определенной задачи управления. На этой схеме с помощью специальных обозначений символов отображаются все процедуры движения и обработки данных при решении конкретной задачи управления на всех видах технического оборудования, начиная от места

зарождения каждой величины и кончая выдачей результатов решения задачи, отображаются все типы документов и машинных носителей, все связи между ними, виды преобразований информации, а также связи между информационными массивами и программой их обработки.

При разработке технологической схемы и выборе необходимого технического оборудования должны быть обоснованы рекомендации и произведен выбор следующих видов аппаратуры:

1) периферийных устройств (регистраторов производства и информации, устройств дистанционного сбора информации, организационных автоматов, фактурных машин, телеграфных аппаратов в качестве периферийных устройств и т. д.);

2) аппаратуры передачи информации в непрерывном виде (радио, телефон, фототелеграф, промышленное телевидение) и в дискретном виде (телеграф и аппаратура передачи данных по телефонным и телеграфным каналам связи);

3) устройств подготовки машинных носителей информации (перфорации на перфокарты, перфоленты, устройств перезаписи информации с одного типа носителей на другие, устройств упорядочения массивов перфокарт и т. д.);

4) используемого комплекта электронной вычислительной машины или перфорационных вычислительных машин;

5) устройств отображения информации.

При разработке технологической схемы и выборе необходимого оборудования должны быть учтены информационная и техническая совместимость отдельных устройств, возможные ограничения по составу сообщений от одного устройства к другому. В частности, например, телеграфные аппараты используют для передачи данных только код МТК-2 и допускают передачу в одной строке документа не более 63 знаков.

Технологическая схема сопровождается пояснительной запиской, в которой описывается технология сбора и обработки информации, и таблицей с составом используемых технических средств.

Символы, используемые при составлении технологических схем (табл. 14) сбора, передачи и обработки информации и блок-схем алгоритмов и программ по отображаемым функциям, подразделяются на:

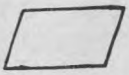
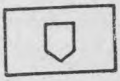
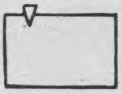
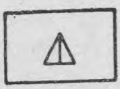
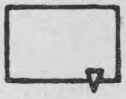
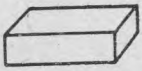
а) основные, которые используются для отображения процедур ввода, вывода и обработки данных;

б) вспомогательные (служебные), которые используются для пояснения отдельных элементов и частей схем.

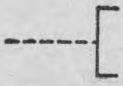
Основные символы в свою очередь подразделяются на:

1) общие, которые используются на всех схемах в случае, когда на каком-то этапе разработки системы еще трудно установить специализацию аппаратуры или нецелесообразно, эти символы являются общими как для технологических схем, так и для блок-схем алгоритмов;

2) специализированные, дающие детализацию функций отдельных устройств в технологических схемах обработки данных.

Начертание символа	Значение	Начертание символа	Значение
Символы ввода-вывода			
	Ввод-вывод (общий)		Построитель графиков
	Устройство ввода данных		Средства размножения
	Средства вывода		Архив
Символы обработки			
	Операция Оператор (общий)		Подпрограмма
	Переход (разветвление)		Автономная операция
	Подготовительный блок Модификация программы		Автономное вычисление
			Параллельные операции
	Расшифровка		Разбиение

Продолжение табл. 14

Начертание символа	Значение	Начертание символа	Значение
	Кодирование		Группировка
	Слияние		Сортировка
Вспомогательные символы			
	Начало — конец Останов		Комментарий
	Источник — приемник данных		Соединитель

При разработке схем, как правило, должны использоваться специализированные символы.

Общие символы следует использовать в следующих случаях:

а) на стадии разработок, когда неизвестен состав устройств и невозможно определить детальное содержание каждой функции;

б) при отсутствии специализированных символов для отображения функций данным устройством;

в) когда детализация функций не уточняет содержание всей схемы в целом.

Детализация функций и применение соответствующих символов определяются назначением схемы. Степень детализации устанавливается разработчиками системы. В пределах одной схемы рекомендуется придерживаться одинаковой степени детализации функций.

Для изображения носителей информации следует использовать специализированные символы.

Нормальным порядком построения схемы является вычерчивание символов сверху вниз и слева направо. В этом случае допускается не указывать направление потоков стрелкой. В остальных случаях показывать направление потоков обязательно.

К основным относятся группы символов ввода-вывода данных, обработки данных и потока.

Символы ввода-вывода данных отображают функции, в результате которых подготавливают документы и машинные носители, регистрируются результаты обработки, производится вывод из ЭВМ, перепись данных и т. д. К символам ввода-вывода данных относятся общий символ ввода и специализированные символы ручного и автоматического ввода и вывода данных с использованием перфолент, перфокарт, магнитных дисков, барабанов, лент, отображения данных, получения ручных и машинных документов и т. д., а также устройства, выполняющие эти функции. В табл. 14 представлен общий символ и обозначения отдельных, часто встречающихся устройств.

Символы обработки отображают функции, в результате выполнения которых производится преобразование значения или формы, а также изменение местоположения информации.

К этим символам относятся общий символ обработки и детализирующие его специализированные символы слияния, разбиения, группировки, сортировки данных, автономные операции на устройствах, не связанных с ЭВМ, в том числе вычисления, считывания, кодирования и декодирования, размножения, а также ручная операция.

Символы потока предназначаются для отображения потока данных при решении задачи и связи в системах обработки данных, а также связи элементов схем. К этой группе символов относятся общий символ «линия потока» и специализированные символы передачи по каналам связи, транспортировки носителей информации, материального потока.

Вспомогательные служебные символы не подразделяются на общие и специализированные. Каждый символ этой группы предназначается для определенной операции оформления схемы. К этим символам относятся символы обозначения начала и конца схемы, разъединения и объединения элементов схемы, комментирования элементов схемы и т. д.

В некоторых случаях используются групповые символы для выражения сложных (комбинированных) функций, выполнения устройством одновременно нескольких простых функций. Групповые символы представляют собой комбинации простых символов. При этом символы должны соединяться двумя параллельными отрезками прямой длиной 5—15 мм.

При разработке технологических схем необходимо учитывать, что сбор должен начинаться от источника информации, а схема заканчиваться потребителем информации, все выходящие носители информации и документы должны передаваться от одного устройства к другому или к должностному лицу.

Рассмотрим примеры построения технологических схем. На рис. 79 представлена схема технологии сбора оперативной информации о перевозках груза, поступающей от капитанов судов и диспетчеров портов при существующем способе обработки информации.

Капитан судна (КС) или его помощник составляет ручной документ или заполняет его. Этот документ передается радисту для передачи в узел связи. Информация передается по радио, в результате на приемном конце в узле связи также получается ручной документ. Этот документ переносится в вычислительный центр

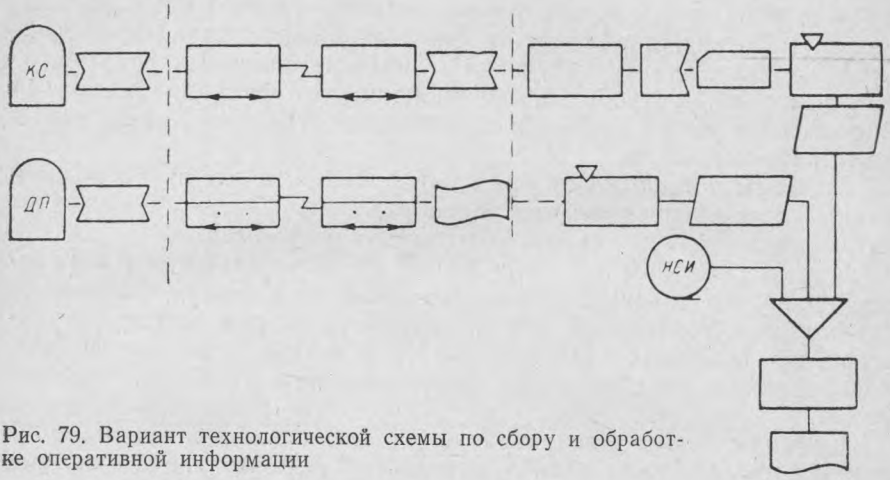


Рис. 79. Вариант технологической схемы по сбору и обработке оперативной информации

курьером. В вычислительном центре данные перфорируются (кодируются) на перфокарты, которые передаются на устройство ввода. После считывания данных с перфокарт производится их слияние в один массив (или группу массивов) исходных данных совместно с оперативной информацией, поступающей от диспетчеров портов, нормативно-справочной и учетной информацией.

Технология передачи информации от диспетчера порта (ДП) отличается от указанной выше. Диспетчер порта с помощью организационного автомата (пишущей машинки) составляет соответствующий документ. Организационный автомат печатает документ, который переносится в узел связи и набирается на телеграфном аппарате. На приемном конце также установлен телеграфный аппарат, на выходе которого выдается перфолента. Эта перфолента передается в вычислительный центр для ввода в ЭВМ. Информация вводится с помощью устройства ввода информации. Считанная информация объединяется совместно с другими данными в массив, используемый для решения задачи.

Учетная и нормативно-справочная информация считывается в необходимом виде из соответствующих массивов на магнитной

ленте и объединяется в массив или серию массивов исходных данных для решения данной задачи.

В результате решения описанного варианта задачи выдается табуляграмма, которая передается диспетчеру пароходства. Алгоритм решения задачи в данной схеме представлен в виде одного блока. На технологической схеме допускается более подробная технология внутримашинной обработки информации.

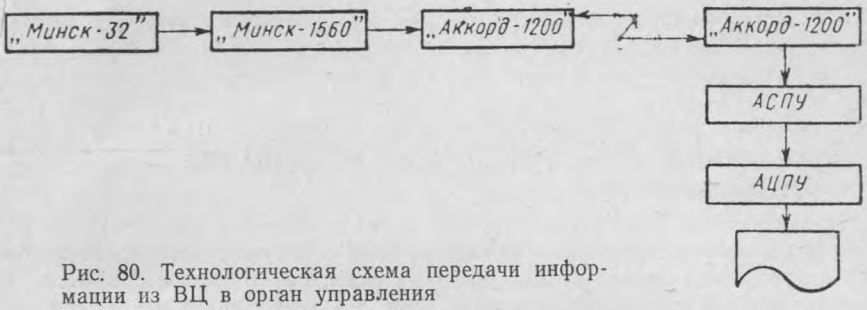


Рис. 80. Технологическая схема передачи информации из ВЦ в орган управления

Подробный процесс переработки информации в вычислительном устройстве представляется в виде блок-схем алгоритма и программы.

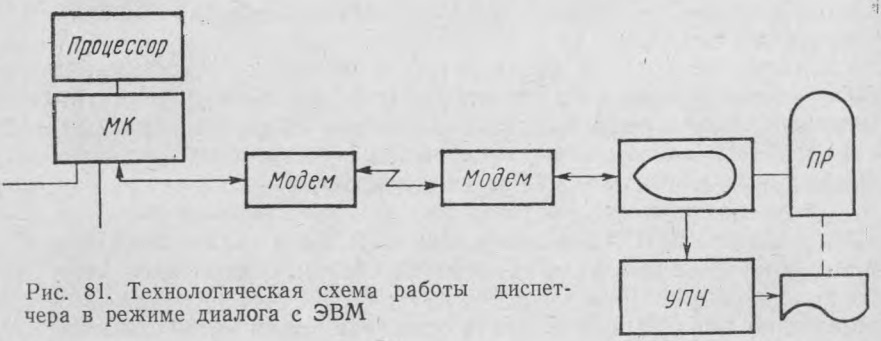


Рис. 81. Технологическая схема работы диспетчера в режиме диалога с ЭВМ

На рис. 80 представлен вариант технологической схемы непосредственной выдачи информации из вычислительного центра, оборудованного ЭВМ «Минск-32», в орган управления в печатном виде. При выполнении данной процедуры используется мультиплексор передачи данных «Минск-1560», согласующий работу АПД «Аккорд-1200» с ЭВМ. По выделенному или коммутированному телефонному каналу АПД связана с аналогичным устройством, установленным в органе управления. С помощью аппаратуры согласования с печатающим устройством (АСПУ) производится подключение алфавитно-цифрового печатающего устройства (АЦПУ) непосредственно к ЭВМ. АЦПУ в данной схеме работает как уда-

ленное устройство вывода, осуществляющее дистанционную выдачу результатов решения в печатном виде.

На рис. 81 показан вариант технологической схемы, отображающей работу диспетчера (ДПР) в режиме диалога с ЭВМ с использованием видеотерминальных устройств и светового табло коллективного пользования. На световом табло коллективного пользования отображается, например, дислокация флота на заданный момент времени. Для уточнения позиций или других сведений диспетчер может использовать ВТУ с печатающим устройством.

§ 50. ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАШИННОЙ ПОДГОТОВКИ ДОКУМЕНТОВ И СООБЩЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ СРЕДСТВ РЕГИСТРАЦИИ И СБОРА ИНФОРМАЦИИ

Проектирование машинной подготовки документов и сообщений осуществляется для технического устройства, выбранного на этапе разработки технологической схемы. Разработка проекта предусматривает перевод подготовки сообщений с ручного способа, предусматривающего ручную перфорацию полученных исходных данных в вычислительном центре, на механизированный или автоматизированный способ подготовки документов с одновременной выдачей машинного носителя (перфокарты или перфоленты) или передачей данных непосредственно в вычислительный центр или пункт сбора данных.

В качестве средств регистрации и сбора информации могут быть использованы: регистраторы производства и регистраторы информации, устройства дистанционного сбора информации, организационные автоматы, телеграфные аппараты, электронные фактурные автоматы с перфоприставками.

Средства регистрации информации предназначаются для механизированной и автоматизированной фиксации информации в виде, удобном для дальнейшей обработки с помощью вычислительной техники. Они устанавливаются на местах формирования первичной информации и могут использоваться также как средство оргтехники, совершенствующее делопроизводство и выдающее печатные документы. Принцип работы устройств данного типа рассмотрен в главе II.

При создании АСУ «Речфлот» устройство этого типа можно рекомендовать для установки там, где зарождается первичная информация, составляются основные документы на причалах портов, в грузовых конторах, на складах, в грузовых районах и т. д., а также в органах управления.

Процедура перевода формирования документа с ручного на механизированный способ обработки с помощью средств регистрации и сбора включает следующие этапы:

1) проектирование документов для обработки, разработка макета документа, пригодного для автоматизированной подготовки;

2) программирование процедуры формирования его с помощью средств регистрации;

3) подготовка машинных носителей, используемых при работе датчиков информации;

4) отладка программы, составление образца документа и инструкции по его заполнению.

Проектирование документа для обработки включает формирование макета и машиночитаемого носителя; определение характера информации и распределение ее между входными носителями и датчиками информации выбранного устройства, кодирование заносимой информации на каждый тип носителя, введение служебных символов в состав сообщения. Подготовка документа и сообщения с помощью *регистраторов производства* и *регистраторов информации* автоматизируется следующим образом.

Перед переводом сообщения на механизацию разрабатывается состав сообщения и макет его размещения на документе и машинном носителе. Сообщение разрабатывается с учетом особенностей устройства, на котором оно будет формироваться.

Полученные с помощью средств регистрации документы могут быть использованы в обычном порядке. При этом может быть два варианта составления документов. В первом случае весь текст документа формируется полностью с помощью средств регистрации. Во втором случае заполняется заранее отпечатанный типографским или другим способом документ.

Рассмотрим первый вариант, при котором формируется макет документа полностью, включая название документа и используемых реквизитов.

При формировании макета документа следует учитывать, что регистраторы позволяют печатать часть документа без перфорации данных. Поэтому необходимо определить, какие части документа будут только перфорироваться, только печататься, печататься и перфорироваться. В соответствии с этим составляется и макет документа, в котором каждая часть информации разносится по возможности в различные части, различные поля документа.

Макет документа вычерчивается на листе бумаги, при этом указываются все поля реквизитов, их разрядность, частота изменения и рекомендации, с помощью каких датчиков заполняется каждое поле документа. На основе данного макета документа формируется макет сообщения, который также фиксируется на бумаге в линейной форме.

При разработке состава сообщений в формализованном виде учитываются как исходные данные, необходимые для решения задачи управления, так и вспомогательные признаки, необходимые для функционирования выбранной технологической схемы передачи сообщения от одного устройства к другому и обработки на вычислительной машине. При формировании сообщения в машиночитаемом виде в его состав вводятся служебные признаки, необходимые для дальнейшей передачи и обработки: начало сооб-

щения (текста) — НТ, конец текста (сообщения) — КТ, разделители информации РИ, пробел, перевод строки, возврат каретки, типы регистров (цифровой, русский, латинский) при передаче по телеграфным каналам и т. д.

При составлении макета документа анализируется вид определенных групп реквизитов, частота их изменения и использования при составлении документов.

Информация, обрабатываемая на регистраторах, подразделяется на постоянную, условно-постоянную и оперативную.

Оперативная, часто меняющаяся информация, заносится на документ с клавиатуры.

Повторяемые для определенной группы документов цифровые данные могут рассматриваться как условно-постоянные и заноситься с помощью блока условно-постоянных признаков. К таким данным относится, например, дата составления документа.

Постоянная нормативно-справочная информация заносится с перфокарты в алфавитно-цифровом виде, с перфожетона в цифровом виде.

Исходная информация, представляемая на перфоносителях, кодируется следующим образом.

На перфожетоне каждая десятичная цифра кодируется четырьмя двоичными знаками двоично-десятичного кода.

Кодирование информации на перфокарте производится в коде по ГОСТ 10859—64. Следует отметить, что к перфокарте может производиться несколько обращений в процессе работы одной программы. Части сообщения, которые будут использованы при одном обращении, выделяются с помощью символа «РИ». В конце информации, представляемой на каждой перфокарте, ставятся два символа «РИ», которые используются системой управления регистратором для автоматического вывода перфокарты из считывателя после выполнения процедуры обращения к ней.

При кодировании данных следует учитывать местоположение каждого сообщения, каждой строки документа и наличие пробелов между словами. Обычно при обращении к перфокарте данные печатаются от начала строки. Поэтому пустые места в начале строки и пробелы между словами кодируются с помощью символа «Пробел».

Программа работы регистратора представляет собой последовательность команд, по каждой из которых выполняются строго определенные операции. Она заносится на программную перфокарту.

Все операции, к которым сводится процесс обработки информации на регистраторах производства, делятся на 3 группы:

а) команды опроса-проверки готовности датчиков и приемников к работе и приведение их в начальное состояние после выполнения программы;

б) команды, реализующие операции поразрядной передачи информации с датчика в приемник (приемники), выполнения арифметических операций;

в) команды передачи цифровой или алфавитно-цифровой информации и служебных символов с программной карты в приемники.

Служебные команды записываются в начале и в конце программы. В начале программы обычно записываются команды опроса состояния датчиков и приемников. По этим командам опрашивается готовность к работе датчиков и приемников. При наличии неисправностей в регистраторе или неподготовленности датчиков и приемников к работе производится прерывание программы и выдача сигнала «Авария».

По командам «Сброс» происходит возврат датчиков и приемников в исходное состояние, при этом производится выброс перфожетона, вывод перфокарты, возврат каретки в исходное состояние и ее разблокировка. Команды «Сброс» должны быть записаны в конце каждой программы.

После команд «Опрос» обычно в состав программы вводится признак «Начало текста», который только перфорируется. За этим признаком программируется обращение к датчикам и приемникам, печать данных с перфокарты и другие операции в необходимой последовательности.

Программирование процедур передачи данных от датчиков в приемники производится путем задания адреса датчика и адресов приемника. Каждому адресу датчика на перфокарте соответствует пробивка позиции, соответствующей номеру датчика (Д1-1, Д2-2, Д3-3, Д4-4).

После команд обращения к датчикам и приемникам записываются признак «Конец текста» («Конец обращения») и затем команды «Сброс».

Перевод сообщения на механизированную подготовку с помощью *устройств дистанционного сбора* несколько проще, чем для регистраторов, если используются специальные периферийные устройства. Рассмотрим перевод сообщения с помощью системы Р-901/Р-902. Для этой системы сообщение должно иметь линейную форму и не превышать 103 знаков, при этом каждый вид информации (условно-постоянная, постоянная и переменная) имеет ограниченный объем и представляется в цифровом виде. Объем условно-постоянных данных, набираемых с помощью переключателей, составляет 5 десятичных знаков.

Оперативная информация, набираемая на клавиатуре, не должна превышать 14 цифр.

Постоянная информация, представляемая с помощью перфожетона, включает в свой состав 5 цифр. Постоянная информация, представляемая с помощью перфокарт, может включать 80 цифр.

Сообщения, представляемые с помощью Р-901, могут быть трех вариантов, имеющих разный объем.

В состав первого варианта сообщения, имеющего минимальный объем — 19 знаков, входят данные, набираемые с помощью клавиатуры и переключателей блока условно-постоянных признаков (БУПП). Это сообщение имеет формат:

Количество знаков	xxxxx	xxxxxxx xxxxxxx
Источник набора	БУПП	Клавиатура

Второй вариант сообщения набирается с помощью переключателей, клавиатуры и перфожетона и составляет 23 знака. Примером такого сообщения является сообщение, набираемое в задачах «Модель» и «Информация», макет которого имеет следующий вид:

Содержание реквизита	Личный номер	Шифр порта	Код сообщения	Шифр судна	Шифр обработки в порту	Род груза	Количество груза
Количество знаков	xxx Пр	xxxxx Пр	xx	xxx	x Пр	xx	xxxx Пр
Источник набора	БУПП	Перфожетон	Клавиатура				

Третий вариант сообщений включает в свой состав полный набор данных, набираемых с помощью датчиков.

При разработке схемы механизации составления документов с помощью электронных фактурных автоматов следует учитывать их особенности по вводу информации и программированию процедур. Автоматы имеют три типа клавиатуры: алфавитно-цифровую, цифровую и управления процедурами. С помощью алфавитно-цифровой клавиатуры данные только печатаются. Они не передаются в ЗУ и не используются в процессе работы программы. С помощью цифровой клавиатуры набираются данные, используемые программой. По программе производится ввод исходных данных, выполнение арифметических операций, передача данных из одного регистра в другой, вывод на печать исходных данных, промежуточных и окончательных итогов. Каждый шаг программы может включать в свой состав несколько процедур по обработке одной графы документа, например печать, передачу из регистра в регистр, выполнение арифметической операции.

Клавиатура управления используется для управления переходом программ от шага к шагу, управления выполнением процедур на каждом шагу, контроля ввода исходных данных. С помощью ЭФА могут обрабатываться заранее подготовленные, отпечатанные на бланках, многострочные документы. При этом документ можно разделить на 2 части: реквизитную и расчетную. Для каждой части составляется отдельная программа.

Максимальный размер строки не должен превышать 160 знаков. Программа составляется с учетом последовательности движения каретки вдоль одной строки документа. С помощью програм-

мы производится управление передвижением каретки от одной графы к другой, выполнение процедур по каждой графе. На одной кассете может быть две программы на один документ.

Если подготовленная на ЭФА перфолента используется для передачи с помощью телеграфных аппаратов с контролем в виде распечатки, то необходимо помнить, что одна строка документа может быть распечатана телеграфным аппаратом на двух или даже трех строках (длина строки телеграфного аппарата — 63 знака). Эти особенности должны быть учтены при составлении программы.

В качестве периферийного устройства подготовки машинного документа может быть использован и *телеграфный аппарат.*

При разработке макета телеграммы как исходного сообщения необходимо учитывать особенности обработки информации на ЭВМ.

Телеграмма в этом случае должна иметь шифрованный вид. Она может представлять собой многострочное сообщение, имеющее признаную часть и информационную часть. Размеры каждой строки не должны превышать 63 знаков. Учитывая ограниченный состав алфавита печатаемых знаков, передаваемых по телеграфу, необходимо сформировать из одного или нескольких знаков признаки «Начало сообщения», «Конец сообщения», «Разделитель информации» (реквизитов). Обычно в качестве РИ используются символы «+» (плюс) и «:» (двоеточие). Признаки «Начало сообщения» и «Конец сообщения» формируются в виде комбинации признаков регистров (русского, латинского, цифрового), сдвига каретки, возврата каретки.

Выполнение этапа проектирования машинной подготовки документа проекта заканчивается составлением экспериментального образца документа на выбранном устройстве, что является своего рода отладкой данной формы документа, разработкой инструкции по машинной подготовке документа и сообщения на выбранном типе устройства.

В инструкции по выполнению документа или составлению сообщения с помощью средств регистрации информации указываются следующие сведения:

исходное состояние устройства, датчика и приемников;

макет документа с указанием максимальной разрядности чисел или длины слов в каждой строке и столбце с учетом пробелов;

последовательность заполнения документа с указанием очередности использования датчиков информации (клавиатуры, перфокарты, перфожетона, блока условно-постоянных признаков) и источников информации, последовательность введения служебных признаков, включения и отключения приемников информации;

описание используемых перфоносителей (перфокарт, перфожетонов, перфолент), правила кодирования информации и ее размещение на носителях, способ подготовки перфоносителей, образцы перфоносителей;

описание программы заполнения документа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Автоматизированные системы управления (применение вычислительной техники и автоматизированных систем управления на предприятиях и в отраслях промышленности). М., «Экономика», 1972. 339 с.

Автоматизированная система управления (теория и методология). Под редакцией Козловой О. В. М., «Мысль», 1972. 455 с.

Алферов А. В., Резник И. С., Шорин В. Г. Оргтехника (книга шестая). Под ред. В. Г. Шорина. М., «Знание», 1973, 320 с.

Введение в автоматизированные системы управления. (Книга седьмая). Под ред. В. Г. Шорина. М., «Знание», 1974. 318 с.

Вычислительная техника в инженерных и экономических расчетах. Учебник для вузов. Под ред. Б. В. Анисимова. М., «Высшая школа», 1975. 302 с. Авт.: А. В. Петров, В. Е. Алексеев, М. А. Титов, В. И. Суровцев, П. Н. Шкатов.

Выбор комплекса технических средств АСУП. М., «Статистика», 1973, 206 с. Авт.: В. И. Аверин, А. П. Иванов, И. А. Кручинин, Ю. Н. Липин, А. В. Смирнов.

Вычислительные машины и программирование. Учебник для вузов. Под ред. В. И. Исакова. М., «Статистика», 1972. 584 с. Авт.: В. И. Исаков, В. С. Рожнов, Н. Н. Сурин, В. Н. Юрьев.

Джермейн К. Программирование на IBM/360. М., «Мир», 1973, 870 с.

Емельянов Г. А., Шварцман В. О. Передача дискретной информации и основы телеграфии. Учебник для вузов. М., «Связь», 1973. 383 с.

Единая система ЭВМ. Общие сведения. М., «Статистика», 1974. 134 с. Авт.: Е. Х. Еникеева, Б. А. Загацкий, К. А. Ларионов, Я. С. Шигедевич, В. Г. Лесюк.

Иванов А. П., Брагина Р. Г., Абрамова Л. Д. Техническое обеспечение автоматизированных систем управления. М., «Знание», 1974. 62 с.

Каган Б. М., Каневский М. М. Цифровые вычислительные машины. Учебник для вузов. Изд. второе. М., «Энергия», 1973. 679 с.

Кловский Д. Д. Теория передачи сигналов. Учебник для вузов. М., «Связь», 1973. 376 с.

Мальков В. И., Мартынов Ю. М. Информация и связь в системах управления. М., «Московский рабочий», 1973. 214 с.

Майоров Ф. В. Кодирование экономической информации и машиночитаемые документы. М., «Экономика», 1973. 136 с.

Мельцер М. И. Разработка алгоритмов АСУП. М., «Статистика», 1975. 240 с.

Общеотраслевые руководящие методические материалы по созданию автоматизированных систем управления предприятиями. Государственный Комитет Совета Министров СССР по науке и технике. [Минск], «Экономика», 1972. 375 с.

Первин Ю. А., Шевякова Т. К. Динамические информационные системы. М., «Статистика», 1975. 232 с.

Преснухин Л. Н., Нестеров П. В. Цифровые вычислительные машины. Учебное пособие для втузов. М., «Высшая школа», 1974. 415 с.

Проектирование машинной обработки экономической информации. Учебное пособие. М., «Статистика», 1975. 296 с. Авт.: А. В. Абанина, В. А. Гинодман, Г. А. Титоренко, Ф. Л. Усыскин, Г. С. Федорова.

Савицкий Н. И. Вычислительные машины и программирование. Учебное пособие. Минск, «Вышейшая школа», 1973. 431 с.

Савицкий Н. И., Конашенкова Г. П. Машинная обработка экономической информации. Учебное пособие. М., «Статистика», 1973. 255 с.

Сергеев Н. П., Вашкевич Н. П. Основы вычислительной техники. Учебное пособие. М., «Высшая школа», 1973. 270 с.

Система документации Единой системы ЭВМ. Под общ. ред. А. М. Ларионова, М., «Статистика», 1975. 328 с. Авт.: А. Н. Андреева, О. В. Болотова и др.

Справочник проектировщика систем автоматизации управления производством. М., «Машиностроение», 1971. 424 с.

Справочник по оргтехнике. Киев «Техника», 1974 г. 206 с. Авт.: Ю. А. Кривоногов, О. М. Писаренко, И. К. Полоснов и др.

Справочник по техническим средствам сбора и передачи информации. Киев. «Техника», 1973. 285 с. Авт.: Г. М. Мясковский, Ю. А. Кривоногов, П. В. Колисниченко.

Типовые проектные решения АСУП. Техническое обеспечение. Ч. 1. М., «Статистика», 1975. 295 с. Авт.: А. Н. Зажарский, В. Д. Афанасьев и др.

Типовые проектные решения АСУП. Техническое обеспечение. Ч. II. М., «Статистика», 1975. 199 с. Авт.: А. И. Зажарский, М. И. Абезгауз, В. А. Буровин и др.

Четвериков В. Н. Преобразование и передача информации в АСУ. Учебник для вузов. М., «Высшая школа», 1974. 320 с.

Шелихов А. А., Селиванов Ю. П. Вычислительные машины. Справочник. М., «Энергия», 1973. 216 с.

Шумков Е. Б., Поспелов И. И. Электрическая связь на речном транспорте. Учебное пособие. М., «Транспорт». 1972. 184 с.

Эксплуатация и техническое обслуживание электронных клавишных вычислительных машин. М., «Статистика», 1973. 191 с. Авт.: А. А. Бабурин, В. М. Валкин и др.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

А

Абсолютный модуль см. Модуль абсолютный 200
Абонент сети связи 222, 228
Абонентский пункт 243
— телеграф 12, 228
Автоматизированная система управления (АСУ) 4, 6—15
Автоматизация программирования 198
Автоматическая пишущая машинка 30, 49, 126, 176
Автоматическая телефонная станция (АТС) 222
Адрес кода команды 127
Адресность ЭВМ 127, 144
Адресный регистр 144
АЛГОЛ 199
Алгоритм 248
Алфавит 197
Алфавитно-цифровое печатающее устройство (АЦПУ) 30, 126
Аппаратура передачи данных (АПД) 37, 126, 233—240
Аппроксимация знаков в ВТУ 174
Арифметическое устройство 30
Арифметическо-логическое устройство 133, 144, 150—152
Арифметические операции 187
Ассемблер см. Машиноориентированные языки программирования 198

Б

Байт 129, 131
Библиотека абсолютных модулей 201
— исходных модулей 201
— объект модулей 201
Блок ввода и обработки (БВО) 37
— информации 237
— схема 249, 250
— перезаписи с перфоленты на перфокарту 30, 33, 60
Блок условно-постоянных признаков (БУПП) 37, 44
Бод 212

В

Видеоконтрольное устройство 220
Видеотерминальное устройство см. Дисплей 31, 126, 172—176
Восьмеричная система счисления см. Система счисления восьмеричная
Выносной пульт управления 220
Вычислитель электронный см. Электронный вычислитель 119
Вычислительный перфоратор электронный см. Электронный вычислительный перфоратор 33, 118—124.
Вычислительные машины 10, 94—176
— — аналоговые 10, 94—97, 102—105
— — бухгалтерские 99, 109
— — клавишные 10, 97
— — клавишные электронные 105—108
— — перфорационные 10, 33, 100, 113—124
— — специализированные 100
— — фактурно-бухгалтерские 99, 108—113
— — цифровые 10, 97—102
— — машины электронные 10, 100, 124—176
— системы 156
Вычислительный центр 11, 29—38
Вычитание 77, 78

Г

Генерация операционной системы 186
Головка магнитной записи 158
Графопостроители 169

Д

Дальняя связь 222
Датчик информации 37

Двоичная система счисления см. Система счисления двоичная
Двоично-десятичный код 91
Диалог человеко-машинный 31, 171
Дискретное сообщение см. Сообщение дискретное
Дисплей см. Видеотерминальное устройство
Документ машиночитаемый 16, 18, 22, 29
— — с оптической записью 25, 29
— — с магнитной записью 28
— неформализованный 16, 29, 33
— формализованный 16, 29, 258—263
Дорожка магнитной записи 159
Дуаль-карта 17, 24, 29, 33
Дублицирование 34

З

Задание 180
Задача 181
Запись (операция) 189
— логическая см. Логическая запись 190
— — неопределенной длины 191
— — переменной длины 191
— — постоянной длины 191
Записывающее устройство фототелеграфа 217
Запоминающее устройство 30, 139—147
— — буферное 144
— — внешнее 30, 139, 158—164
— — внутреннее 30, 139
— — оперативное 30, 126, 141—143
— — постоянное 143
— — сверхоперативное 140
Защита памяти 155
Зоны числа 132
— памяти (блок) 190

И

Индентификатор массива 192
Индексация устройств логическая 195
— — физическая 195
Индикация 30
Инициатор одиночных программ 185
Интерфейс ввода-вывода 137
Информация 7, 11—15, 18, 29
Информационное обеспечение 4
Источник информации 211
Исходный модуль 200

К

Камера телевизионная передающая 220
Канал ввода-вывода 30
— мультиплексный 30, 134, 135
— селекторный 30, 134, 136
— связи 12, 211
Каналы связи коммутируемые 14, 213
— — некоммутируемые 14, 213
— — прямые 213
— — телеграфные 13, 211
— — телефонные 13, 211
— — широкополосные 211
Карта-шаблон 63
Клавиатура 37, 44, 49, 229
— алфавитно-цифровая 37, 44, 49
— цифровая 37, 44, 49
Код 18—22
— дополнительный 89
— машинный 87
— обратный 88
— операции 129
— прямой 87
Кодирование 20
Команда 127
Коммутатор 223
Контроль перфорации 33, 54
Контрольник 33, 54—56

Л

Линия связи 211
Логическая запись см. Запись логическая
Логическая система управления вводом-выводом 196

М

Магнитная головка 158
— карта 16, 163
— лента 16, 159
— барабан 16, 163
— диск 16, 126, 160
Макет документа 259
— перфорации
Мантисса числа 83
Маркер 160
— ленты 160
Массив 190
Математическое обеспечение ЭВМ 176—210
Машинная команда 127
Машиноориентированные языки программирования 197
Машинный носитель информации 15, 18
Метка пользователя 192
— файла 192
— тома 192
Метод доступа к памяти 192
— передачи 212
— — дуплексный 212
— полудуплексный 212
— симплексный 212
Микрокоманда 147
Микроприказ 147
Микропрограммирование 147

Модуль 242
— абсолютный 200
— исходный 200
— объектный 200
Модулятор 218
Модуляция 218
Монопольный режим 135
Мультиплексор 241
— передачи данных 241
Мультиплексный режим 135
Мультипрограммирование 152

Н

Наборное устройство 231
Начальная установка (НУ) 38
Непрерывное сообщение 212, 216
Номеронабиратель 232

О

Объектный модуль см. Модуль объектный 200
Обратная связь информационная 237
— комбинированная 237
— решающая 237
Организационный автомат 48—50
Операнд 127
Оператор языка 197
Операционная система (ОС) 177
— — дисковая (ДОС) 178
Операции арифметические 187
— ввода-вывода 189
— логические 91—94, 187
— перезаписи 188
— прерывания 190
— сдвига 188
— управления 189
— с кодами 188
Основание системы счисления 73
Останов 189
Отладка программы 250
Отрицание (операция) 92

П

Пакет прикладных программ 180
Панель набора 79—82
Перевод чисел
Передающее устройство 211
Переполнение 90
Переход безусловный 189
— условный 189
Перфожетон 16, 37, 44
Перфокарта 13, 16, 18, 29, 33, 37, 44
— со штриховыми отметками 23, 29, 33
Перфолента 13, 16, 19, 29, 33
Перфоратор 33, 51—65
— итоговый 34, 64
— карточный 33, 44, 51—64
— ленточный 33, 37, 44, 49
— репродуктор 34, 62
— с автоматическим вводом и управлением 34, 61—65
— с ручным вводом и управлением 34, 51—58
— считывающий 29, 63
Печатающее устройство 37, 44, 165—168
— автоматическое 30, 165
— алфавитно-цифровое 30, 165
— ротационного типа 166
— с механическим формированием знака 167
Печатающий механизм 166
Пишущие машинки автоматические 30
Полуслово 131
Помеха 211
Постановка задачи 246
Порядок числа 83
Прерывание 153
Приемное устройство 211, 230
Программа 250
— библиотекарь 186, 201
— диспетчер см. Супервизор 156, 204
Программа первоначальной загрузки 182
— планировщик каналов 206
— системной загрузки 206
— сортировки 204
— редактор 202
— управляющая 182
Программы перезаписи 59
— обрабатывающие 185
— обслуживающие 186
— сервисные 186
— технического обслуживания 179
— тестовые 179
— управления заданиями 184
— — задачами 184
Промышленно-телевизионное устройство (ПТУ) 220
Процессор 125, 133, 144—152
Пульт управления 49

Р

Радио 14, 224
Радиоволны длинные 225
— короткие 225
— средние 225
— ультракороткие 225
Развертка изображений барабанная 218
— — плоскостная 218
Раздел переднего плана 183
— фоновый 183
Разделитель информации 37
Разрядность ЭВМ 130
Раскладочно-подборочная машина 33, 68—69
Расшифровочная машина 35

Регистр 122
— адреса 144
Регистратор информации 37—43
— производства 37—43
Редактор см. Программа-редактор 202
Редактирование программ 200
— текста на ВТУ 173
Реперфоратор 232
Репродукция 34

С

Сдвиг 188
Сервисные программы см. Программы сервисные
Сигнал 211
Символы 197
Система связи 210
Система счисления 73
— восьмеричная см. Восьмеричная система счисления 75, 77
— двоичная см. Двоичная система счисления 75, 77
— десятичная см. Десятичная система счисления
— шестнадцатиричная 76
Система управления вводом-выводом 196
Слово 131
— двойное 131
— состояния программы (ССП) 207
Сложение 77
Сложение логическое 92
Совмещение операций 145
Сообщение 210
— дискретное см. Дискретное сообщение 213
— непрерывное см. Непрерывное сообщение 213
Сортировка 34, 66
Сортировальная машина 36, 65÷68
Сравнение 93
Средства защиты памяти 155
— обработки информации 9
— передачи информации 9
— регистрации и сбора информации 9, 36
Структура ЭВМ 132—139
Сумматор 144
Супервизор см. Программа-диспетчер
Счетчик адреса 144
Считыватель с перфожетона 37, 44
— с перфокарт 37, 44
— с перфолент 49
Суммирующие машины 98

Т

Табулятор 33, 113—118
Таймер 205
Телевидение промышленное см. Промышленное телевидение
Телеграф 13, 30, 227
— абонентский см. Абонентский телеграф 228
Телеграфный аппарат 30, 227
Телеграфная станция 227
— связь 13, 227
Телефон 13, 221
Телефонная связь 13, 221
— связь местная 221
— станция 222
— станция автоматическая 222
Тетрада 91
Технологическая схема 12, 16, 251—258
Том 190
Транслятор 186
Трансляция 200
Триада 81

У

Узел связи 12
Умножение логическое 93
Универсальные языки программирования 197
Упакованные числа 132
Управление заданиями 208
— задачами
Уплотнение сигналов временное 223
— — частотное 224
Устройство ввода информации 30
— вывода информации 30, 164—171
Устройства дистанционного сбора (УДС) 30, 43—48
— подготовки данных 10, 30, 51—73
— — на магнитной ленте 30, 58
— — на перфокарте 30, 51—56
— — на перфоленте 30, 56—58
Устройство связи с каналом (УСК) 44
— отображения 32
Устройство управления 37, 49
— — местное 37
— — центральное 44, 133

Ф

Фаза 201
Файл 190
Фактурно-бухгалтерские машины (ФБМ) 99, 108—113
Физическая система управления вводом-выводом (ФСУВВ) 196
Фоновый раздел памяти 183
Форма представления чисел 82—87
Формат записи 131
Фототелеграф 14, 216

Ц

Централь 37
Цикл обращения кЗУ 143
Цилиндр 162

Ч

Число двоичное 77
— восьмеричное 78
— ненормализованное 83
— нормализованное 83
— с плавающей запятой 83—85
— с фиксированной запятой 85—87
— шестнадцатиричное 76
Читающее устройство 29, 69—73

Ш

Шрифт нормализованный 25
— стилизованный 26

Э

Электронная вычислительная машина (ЭВМ) 15, 29—32, 124—176
Электроннолучевая трубка (ЭЛТ) 16, 173
Электронный вычислитель 119
— вычислительный перфоратор 33, 118—124

Я

Язык программирования 197
— — машинный 197, 198
— — машиноориентированный 197, 198
— — универсальный 197—199

ОГЛАВЛЕНИЕ

От автора 3

Глава I. Организация технологического процесса сбора и обработки информации при автоматизации управления судоходством 6
§ 1. Технические средства, используемые при автоматизации управления судоходством 6
§ 2. Технологическая схема сбора, передачи и обработки информации при автоматизации управления судоходством 11
§ 3. Организация технологии машинной обработки информации и способы ее представления 15
§ 4. Входные машинные носители и машиночитаемые документы . 18
§ 5. Технологическая схема обработки информации в вычислительном центре с помощью ЭВМ 29
§ 6. Технологическая схема обработки информации в вычислительном центре с помощью перфорационных вычислительных машин 33

Глава II. Технические средства регистрации и сбора информации . . 36
§ 7. Средства регистрации информации 36
§ 8. Системы дистанционного сбора и передачи информации . . . 43
§ 9. Организационные автоматы и автоматические пишущие машинки с перфоприставками (флексорайтеры) 48

Глава III. Устройства подготовки данных 51
§ 10. Устройства подготовки машинных носителей с ручным вводом информации 51
§ 11. Комбинированные устройства подготовки данных 59
§ 12. Машины для упорядочения массивов перфокарт 65
§ 13. Устройства непосредственного считывания текстовой и графической информации 69

Глава IV. Математические основы работы вычислительных машин . . 73
§ 14. Системы счисления 73
§ 15. Арифметические операции над числами в различных системах счисления 76
§ 16. Перевод чисел из одной системы счисления в другую . . . 79
§ 17. Формы представления чисел 82
§ 18. Коды представления чисел в машине 87
§ 19. Основные логические операции 91

Глава V. Вычислительные машины 94
§ 20. Классификация вычислительных машин 94
§ 21. Специализированные аналоговые вычислительные машины для решения экономических задач 102
§ 22. Электронные клавишные вычислительные машины 105
§ 23. Табличные (фактурно-бухгалтерские) машины 108
§ 24. Табуляторы 113
§ 25. Электронный вычислительный перфоратор ЭВП «Рута» . . 118

Глава VI. Электронные вычислительные машины (ЭВМ) 124
§ 26. Этапы развития ЭВМ и их классификация 124
§ 27. Структура ЭВМ 132
§ 28. Система ввода-вывода информации в ЭВМ 135
§ 29. Запоминающие устройства 139
§ 30. Выполнение основных операций процессором 144
§ 31. Процессор с микропрограммным управлением 147
§ 32. Система мультипрограммирования и вычислительные системы . 152
§ 33. Внешние запоминающие устройства 158
§ 34. Технические средства вывода и отображения информации . . 164
§ 35. Технические средства, используемые в режиме диалога «человек — ЭВМ» 171

Глава VII. Математическое обеспечение ЭВМ 176
§ 36. Структура и состав математического обеспечения ЭВМ . . 176
§ 37. Структура операционных систем 182
§ 38. Типы операций современных вычислительных машин . . . 187
§ 39. Организация данных и программ в вычислительных машинах . 190
§ 40. Языки программирования 197
§ 41. Обслуживающие программы операционных систем 201
§ 42. Управление выполнением программ при использовании операционных систем 204

Глава VIII. Системы связи 210
§ 43. Структурная схема и классификация систем связи . . . 210
§ 44. Системы передачи непрерывных сообщений 216
§ 45. Передача информации по телеграфу 227
§ 46. Системы передачи данных 233
§ 47. Сопряжение ЭВМ с каналами связи и организация дистанционной обработки информации 240

Глава IX. Проектирование обработки информации с использованием технических средств 246
§ 48. Этапы разработки и решения задач управления 246
§ 49. Построение технологических схем сбора, передачи и обработки информации 251
§ 50. Проектирование машинной подготовки документов и сообщений с помощью средств регистрации и сбора информации . . 258
Список литературы 264
Предметный указатель 266

АЛЕКСАНДР НИКОЛАЕВИЧ КИСЕЛЕВ

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА УПРАВЛЕНИЯ СУДОХОДСТВОМ

Предметный указатель составлен *А. Н. Киселевым*
Редактор *А. Н. Макрушина*
Обложка художника *А. С. Завьялова*
Технический редактор *Н. Б. Усанова*
Корректоры: *Л. С. Садикова, М. Г. Плоткина*

Сдано в набор 23/IX 1975 г. Подписано к печати 10/III 1976 г. Бумага 60×90¹/₁₆, типографская № 2. Печатных листов 17. Учетно-изд. листов 18,99. Тираж 2500 экз. Т-02566
Изд. № 1-1-1/12 № 6452. Заказ тип. 2263. Цена 87 коп.
Изд-во «ТРАНСПОРТ», Москва, Басманный туп., 6а

Типография им. Смирнова Смоленского облуправления издательств, полиграфии и книжной торговли, г. Смоленск, пр. им. Ю. Гагарина, 2.