

Ц, 848 + Ц, 841Г

5/6-62

3-265

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

10 - 3245



ЛАБОРАТОРИЯ НЕЙТРОННОЙ ФИЗИКИ

В.Н. Замрий

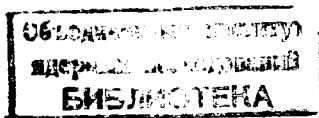
ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫЙ ВЫВОД РЕЗУЛЬТАТОВ
ИЗМЕРЕНИЙ МНОГИХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

1967.

10 - 3245

В.Н. Замрий

ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫЙ ВЫВОД РЕЗУЛЬТАТОВ
ИЗМЕРЕНИЙ МНОГИХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ



При одновременном проведении физических экспериментов, требующих применения N многоканальных измерительных систем, функции N однотипных блоков или устройств (однотипные операции) могут быть возложены на меньшее число общих устройств, рис. 1. При применении таких методов централизации принципиально возможна существенная экономия оборудования. Однако общее устройство должно иметь характеристики, достаточные для того, чтобы сохранить или улучшить такие показатели, как время проведения каждого эксперимента, объем, точность, достоверность получаемых данных и т.п. В зависимости от конкретных требований, реальных возможностей, традиций и т.д. возможные решения проблемы разнообразны^{/1/}. На рис. 1 приведены характерные решения: централизованный вывод (тип А), централизованное накопление (тип Б) и централизованное измерение (тип В).

Получили распространение два типа центров:

1) в ходе измерений операции выполняются в специализированных устройствах, в том числе накопление и несложная оперативная обработка выполняются в специализированных запоминающих устройствах, которые могут быть связаны с обрабатывающей (универсальной вычислительной) машиной функционально (непосредственная связь, совместная работа) либо информационно (автономная работа, передача информации с промежуточной перезаписью);

2) в ходе измерений операции измерения выполняются в специализированных устройствах, связанных функционально с универсальной вычислительной машиной.

Применение специализированных устройств или вычислительных машин для централизованного отбора и накопления в ряде случаев существенно ограничивает

скорость получения и объем данных каждого эксперимента. В необходимых случаях предусматривают до N отдельных запоминающих устройств - промежуточных, буферных или даже специализированных с функциями обработки (характерно для центров первого типа). Из запоминающих устройств в машину информация передается в виде массива чисел, в компактной форме, поэтому требования к скорости обмена могут быть снижены. Такое построение центра позволяет уменьшить число обращений к машине и, тем самым, лучше использовать время машины для обработки данных.

В работе рассмотрены особенности вывода данных в условиях, характерных для измерительных центров типа 1А. Централизация вывода результатов измерений требует иной постановки и иных решений ряда методических и технических проблем и выдвигает специфические требования к устройствам вывода, обслуживающим множество измерительных систем ^{/2,3/}. Примеры, характерные для централизованного комплекса специализированных устройств ^{/4-9/} измерительного центра ЛНФ, иллюстрируют эти особенности.

Развитие многоканальных измерительных систем в направлении увеличения скорости получения, объема и точности данных привело и к увеличению выводного оборудования ^{/2/}. Нередко это оборудование по своей стоимости, объему и сложности соизмеримо с остальным оборудованием измерительной системы, особенно, когда предъявляются повышенные требования к таким характеристикам, как скорость и надежность вывода, удобная форма представления и записи выведенной информации. Например, можно считать, что скорость вывода данных удовлетворительна, если время, затрачиваемое на вывод, составляет не более 5-10% времени одного замера или экспозиции. При периодических замерах с периодом $T=60$ мин (такой режим характерен для измерений, проводимых в ЛНФ), времени вывода mT , где $m=0,05$, числе каналов K , равном 100 и 2000, требуемая скорость вывода n_1 , подсчитанная по формуле

$$n_1 \geq \frac{K}{mT} \quad (1)$$

не менее 30 и 600 канал/мин^{х)} соответственно.

х) Указанное требование скорости вывода в некоторых случаях можно несколько снизить, например, для систем с предварительной обработкой данных, когда в результате обработки объем выводимой информации существенно уменьшен или когда имеется возможность и оказывается достаточным выводить часть информации - из заданной группы каналов. Однако первый путь связан с существенным расширением логических и арифметических возможностей измерительной системы и, в конечном итоге, приводит к дальнейшему усложнению и увеличению объема оборудования. Ориентация на вывод части информации (из группы каналов) в известной мере связана с менее эффективным использованием "многоканальности" измерительной системы.

При числе каналов $\approx 10^3$ требуемая скорость может быть обеспечена применением относительно быстродействующих устройств, стоимость и объем оборудования которых оказываются значительными, особенно если данные необходимо выводить, используя различные методы представления и записи (в знаковой, графической и кодовой формах) ^{/2/}. Попытки уменьшить простой измерительной системы из-за вывода (в нашем примере m определяет коэффициент простоя системы) приводят к увеличению простоя выводного оборудования (коэффициент простоя выводного оборудования соответствует $1-m$). Следовательно, быстродействующие выводные устройства используются не эффективно.

Быстродействие выводного устройства и число обслуживаемых измерительных систем. Быстродействие общего устройства определяет не только время вывода, но и возможное количество обслуживаемых измерительных систем ^{/3/}. Так, при периодических и одновременных замерах в N системах с числом каналов K и использовании общего устройства требуемая скорость вывода n_2 по сравнению с выше определенной скоростью n_1 должна быть увеличена в соответствии с выражением

$$\frac{n_2}{n_1} > \frac{N}{A} \quad (2)$$

где $A < 1$ и означает коэффициент использования рабочего времени устройства в течение отведенной паузы между экспозициями, зависящий от затрат времени, связанных с коммутацией линий связи, подготовкой устройства и т.п. Если длительность паузы mT , тогда скорость n_2 может быть определена из выражения

$$n_2 > \frac{K N}{mT A} \quad (3)$$

При $K=2000$, $N=10$, $m=0,05$, $T=60$ мин, $A=0,5$ скорость $n_2 > 13000$ канал/мин. Отсюда очевидны высокие требования к n_2 при заданном числе N систем. При этом коэффициент простоя измерительной системы в ожидании вывода (отношение времени ожидания к периоду T)

$$P'_1 < \frac{N-1}{N} m, \quad (4)$$

а коэффициент простоя устройства (отношение времени простоя к периоду T) остается значительным:

$$P_2' = 1 - m \lambda. \quad (5)$$

Практически более целесообразен периодический режим работы не при одновременных, а при последовательных замерах в N системах. Например, при времени вывода t для системы с номером i вывод начинается с задержкой $(i-1)t$. В этом режиме количество систем, совместно работающих с устройством, можно оценить из следующего выражения:

$$N < \frac{T - t_1}{t_2 + t_3}, \quad (6)$$

где t_1 введено для учета затрат времени, связанных с подготовительными или эксплуатационными работами, необходимыми для нормальной эксплуатации устройства в течение продолжительного времени (например, перезарядка рулона бумаги, замена красящей ленты и т.п.); t_2 - время вывода информации из одной измерительной системы при заданном числе каналов и скорости вывода; t_3 - затраты времени, связанные с подготовительными операциями перед каждым выводом (например, коммутирование, подготовка и т.п.). При характерных для измерительного центра ЛНФ условиях: $T=60$ мин, $t_1 < 5$ мин, $t_3 < 1$ мин и $K=2000$ каналов, в зависимости от скорости вывода, равной 200, 1200 и 240000 каналов/мин (данные по скорости приведены, соответственно, для ленточного перфоратора, построчно печатающего механизма и устройства трансляции данных в машину^{/6-8/}), число N можно оценить соответственно равным 5, 20 и 50. При этом быстрое действие первого устройства не удовлетворяет даже условиям приведенной выше оценки для n_1 . Положив, что $t_2 + t_3 = mT$, находим N при $m=0,05$ равным 18. Из этих оценок следует, что в последнем режиме даже при умеренных значениях скорости вывода возможна работа многих измерительных систем с одним общим устройством. Коэффициент простоя измерительной системы в ожидании вывода P_1'' , определяемый отношением времени t_3 к периоду T , при $t_3 < Nt_2$ невелик. Коэффициент простоя устройства

$$P_2'' = \frac{t_1 + Nt_3}{T} \quad (7)$$

или, если $t_3 \ll t_2$, $t_2 = mT$, тогда

$$P_2'' \approx 1 - Nm, \quad (8)$$

т.е. значительно меньше, чем в предыдущем режиме. Отсюда, в частности, вытекает важность сокращения времени t_3 .

При значениях t_2 и t_3 , зависящих от номера измерительной системы, необходимые количественные характеристики аналогичным образом нетрудно определить, усреднив значения.

Представляет интерес рассмотреть характерный режим централизованного вывода, при котором требование вывести информацию может поступать в то время, когда общее устройство занято выводом данных из какой-либо другой измерительной системы. В таком режиме - режиме "неорганизованного вывода" образуется очередь, если количество одновременно поступивших требований превышает количество выводных устройств. Аналогичные ситуации характерны для рассматриваемых в теории массового обслуживания систем обслуживания с ожиданием. Для оценки эффективности централизованного вывода, когда поток требований определяется причинами случайного характера, применены известные методы расчета для ограниченного и простейшего потока требований^{/10/}. Иллюстративные графики, приведенные на рис. 2, показывают зависимость коэффициента простоя измерительной системы в ожидании вывода P_1''' и коэффициента простоя выводного устройства P_2''' от числа N измерительных систем и параметра m , равного отношению среднего времени вывода к среднему времени между установками измерительных систем для вывода (в формулах, рис. 2, P_0 - вероятность того, что устройство не занято, K - число поступивших требований^{/10/}). Указанные на графиках значения параметра m в нашем примере соответствуют времени вывода 6 мин, 3 мин и 1,5 мин. При уменьшении времени вывода в 2 и 4 раза время ожидания уменьшается и не превышает времени вывода, если N соответственно не более 8, 13 и 21. На этом же рисунке пунктирной линией показаны графики, иллюстрирующие эффективность применения трех устройств (случай группового обслуживания) с относительно большим временем вывода ($m=0,1$). При двух таких же устройствах кривые оказываются близкими к приведенным на рисунке для случая $m=0,05$, однако время ожидания не превышает времени вывода при увеличении N до 19. В измерительном центре ЛНФ предусмотрено использование до трех независимо работающих выводных устройств.

Приведенные выше количественные оценки позволяют определить требования к быстродействию общего выводного устройства с учетом эффективности использования (загрузки) этого устройства и допустимой задержки вывода.

Надежность и число устройств выводного комплекса. Требование повышенной долговременной надежности общего выводного устройства вытекает из того, что во время работы экспериментальных установок неисправности или сбои в устройстве могут нарушить нормальное проведение до N экспериментов. Следствием централизации является уменьшение используемого оборудования, что обуславливает возрастание надежности экспериментальной аппаратуры^{/11/}. Вместе с тем получаемая экономия в оборудовании позволяет шире применять методы повышения функциональной надежности, связанные с введением избыточности оборудования.

Приведенные выше оценки предполагают возможность почти предельной загрузки выводного устройства в течение времени проведения экспериментов, которое, однако, может быть весьма продолжительным. Регистрирующие устройства (прежде всего, механического типа) не всегда допускают длительную работу с предельной нагрузкой. В таких случаях оказывается необходимым применять "горячее" резервирование и параллельную или поочередную работу устройств. В условиях непрерывной многосменной работы измерительного центра ЛНФ выводные устройства периодически снимаются для профилактических и ремонтных работ. Все это обуславливает необходимость применения дублирующих устройств.

Учитывая последнее и используя результаты приведенных выше оценок для второго и третьего режимов вывода, можно сделать вывод, что при N не более 10-20 и тех же исходных данных число печатающих устройств не может быть меньше двух, перфорирующих устройств - меньше трех-четырех и т.д. Однако в составе выводного комплекса, как правило, предусматривают устройства с различными методами представления и записи данных^{/12/}. При использовании таких устройств, способных в известной мере взаимно скомпенсировать выход из строя устройства какого-либо другого типа (цифropечати, либо графopостроителя, перфоратора, передающего устройства), и при необходимости разгрузки устройств одного типа (в аварийной ситуации) дополнительная нагрузка может быть возложена на остальные устройства. Следовательно, общее количество резервных устройств можно сократить. В условиях измерительного центра ЛНФ достаточно

применения не более двух однотипных устройств. (При этом для каждого устройства менее надежные механические узлы (механизмы цифropечати, графopостроителя и перфоратора) имеют подготовленный к быстрой замене дублирующий комплект, а объем резервного оборудования электронных блоков составляет до 20-40% от основного). Примененные методы резервирования (дублирование замещением, маневренное резервирование) и повышения надежности работы блоков обеспечили надежный вывод данных всех проводимых экспериментов в течение 3-недельного цикла измерений. При отсутствии отказов дублирующие устройства используются для уменьшения времени ожидания или повышения производительности вывода.

Общим критерием оптимального выбора состава и количества устройств выводного комплекса может служить возможность проводить эксперименты и выводить (обрабатывать) результаты с заданной эффективностью (с заданной производительностью или с заданными коэффициентами простоя оборудования) даже при отказах в заданном числе устройств (основных, дублирующих).

Автоматический контроль вывода информации. Методы автоматического контроля могут весьма эффективно обеспечить повышенную надежность вывода и приобретают особое значение в условиях измерительного центра. Решение этой проблемы встречает известные трудности из-за специфики выходных (регистрирующих) блоков, часто выполненных на основе довольно сложных и быстродействующих механизмов. Контроль работы не дает полной уверенности в том, что выведенная информация записана на носителе без искажений. Такие искажения могут быть выявлены лишь после считывания записанных данных, т.е. обычно после ввода в машину, когда исходная информация в измерительной системе уже сброшена. Контроль может быть эффективным, если сбои обнаруживаются и исправляются в процессе вывода.

Для автоматической оценки достоверности (качества) статистической информации в настоящее время не известны какие-либо достаточно простые методы, за исключением сравнения на идентичность выходной информации с исходной (либо их контрольных признаков). Такой контроль оказывается более "жестким", чем можно потребовать в случае статистической информации. Это определяет более высокие требования к надежности и точности работы основного и контрольного оборудования. Один из таких методов - метод "контрольных сумм" применен для

контроля связи с машиной ^{/8,9/} и записи данных на перфоленту (использовано то же контрольное оборудование) ^{/7/}. Результат контроля, получаемый во время вывода, позволяет при необходимости повторить этот вывод, применить другой метод вывода, либо принять другие необходимые меры для предупреждения потери полезной информации, ввода в машину искаженных данных. В системах связи с машиной для исправления искаженной информации вывод и передача повторяются автоматически. Применение таких методов значительно экономит рабочее время вычислительной машины и сложного экспериментального оборудования.

Связь автономных устройств вывода с измерительными системами. В рассматриваемом выводном комплексе число различных устройств вывода может изменяться, а их характеристики совершенствоваться. Поэтому метод связи устройств с измерительными системами должен быть достаточно универсальным, или достаточно свободным от ограничений, обусловленных особенностями выводных устройств и измерительных систем. Такой подход к связи измерительных систем и устройств выводного комплекса выдвигает ряд требований.

Работа каждого канала связи не должна зависеть от скорости вывода вплоть до номинальной пропускной способности. Последняя определяется максимальной скоростью поступления информации из запоминающего устройства измерительной системы $\approx 10^6$ бит/сек. Как показывает опыт, при передаче данных на расстояние порядка десятков метров такой диапазон скоростей можно обеспечить достаточно экономно при параллельной передаче разрядов. С целью упрощения выходного блока измерительных систем, в большинстве из которых возможна выдача параллельных 16-разрядных кодов, целесообразно и для канала связи сохранить такую же разрядность или число параллельных проводов. Тогда максимальная скорость передачи равна $\approx 10^4$ чисел/сек, что примерно на порядок превышает используемую в настоящее время скорость ^{/8,9/}.

В измерительной системе не должно быть специализированного оборудования, относящегося к какому-либо типу устройства вывода. Это требование в значительной мере удовлетворяется при унификации кода, поступающего из измерительных систем, и сигналов управления.

Форма выводимых кодов не должна существенно отличаться от той формы, в которой данные уже имеются в измерительной системе (в числовом регистре). Эти данные в регистре обычно представлены в виде двоичного кода уровней

напряжения, и наиболее простым способом вывода (съема) данных является опрос уровней кода, поступающего в устройство - без промежуточного перекодирования или преобразования. Отсюда - надежность и скорость передачи, упрощение и экономия оборудования в измерительной системе и несложность согласования с устройством. При этом проблемы необходимого преобразования, размещения и т.п. выводимых из измерительной системы кодов не имеют решающего значения, ибо они решаются при конструировании автономного выводного устройства.

Управляющие сигналы не должны зависеть от особенностей тех устройств или систем, которыми они управляют. Для сопряженной работы выводного устройства с измерительной системой необходимы минимум 2 управляющих сигнала (сигнал "вывод", по которому на выходных шинах системы устанавливается код очередного канала, и сигнал "выключение", по которому прекращается вывод информации). Ряд дополнительных сигналов вводится для дистанционного управления измерительной системой (сигнал "установка" для установки в исходное состояние адресного счетчика, ответный сигнал "блокировка" подтверждают выполнение установки и разрешают включение устройства вывода, два других сигнала - для подготовки режима вывода и выбора группы опрашиваемых каналов) ^{/4-8/}.

Таким образом, работа автономных выводных устройств должна быть согласована с множеством измерительных систем посредством логически и технически идентичных, взаимозаменяемых каналов связи.

Коммутирование линий связи с измерительными системами специфично для централизованного вывода. Коммутируемые каналы связи должны сохранять свою универсальность также и при подключении новых устройств. Для коммутирования 22 передаваемых сигналов (с длительностью $10^{-4} - 10^{-6}$ сек или более) в измерительном центре применен параллельный коммутатор ^{/4/}. Коммутатор обеспечивает одновременное соединение трех из 16 измерительных систем с тремя из 6 выводных устройств. Такой коммутатор позволяет сохранить универсальность канала связи, что важно для обеспечения взаимозаменяемости и функциональных перестроений. Следует заметить, что некоторая громоздкость параллельного коммутатора существенно не влияет на экономию оборудования, достигаемую при централизации вывода.

Наконец, выбор каждой измерительной системы для вывода информации

должен производиться простым выбором (или набором) номера канала связи. Это требование непосредственно вытекает из необходимости уменьшить время коммутации (см. выше). С этой целью автономные выводные устройства оборудованы клавиатурой для дистанционного выбора входов коммутатора /4/.

Правильность действий операторов при коммутировании и подготовке множества измерительных систем и выводных устройств контролируется при помощи системы сигналов. Сигналы индикации на пультах выводных устройств и коммутатора указывают все осуществленные соединения устройств с измерительными системами. Неправильные или взаимоисключающие действия операторов (например, попытки выбрать несвободный вход или выход коммутатора) блокируются при помощи схем автоматической защиты, предупреждаются световой и звуковой сигнализацией /4/. Для такого же контроля полезны коды или знаки, соответствующие определенному номеру входа коммутатора (номеру измерительной системы), вырабатываемые в устройстве и записываемые вместе с выводимой информацией /5,6/.

Некоторые особенности конструирования специализированных выводных устройств. Централизация вывода связана с созданием автономных устройств, характеристики которых допускают совместную работу с множеством измерительных систем. Из предыдущих разделов ясно, что входные характеристики такого устройства должны быть согласованы с выходом обслуживаемых систем (т.е. достаточно универсальны), а основные характеристики вывода, прежде всего, скорость и надежность) - достаточно высоки.

При совместной работе с большим числом измерительных систем более эффективно (с меньшим простоем) используется выводное устройство. Вместе с тем эффективно используется и оборудование измерительной системы, которое существенно упрощается. Это позволяет ставить вопрос с целесообразности несколько расширить возможности выводного устройства (более высокая автоматизация вывода, удобная форма представления и размещения информации и т.п.).

Рассматриваемый метод определяет и особенности конструирования специализированных устройств вывода. Основные функции блоков устройства показаны на рис. 3.

Входные блоки автономных устройств выполняют функции согласования входов, приема и преобразования входных кодов. Для таких устройств, как перфораторы, магнитофоны, графопостроители обычно достаточно перекодирования

данных (из параллельного кода в параллельно-последовательный и т.п.); в цифропечатающих, а иногда и в других устройствах необходимо преобразование двоичного кода в десятичный (или наоборот).

Использование ряда известных методов преобразования в специализированных устройствах не представляется возможным или целесообразным. В универсальных вычислительных машинах преобразования выполняются по одному из алгоритмов с использованием сложного арифметического устройства. С другой стороны, при выводе данных часто применяются способы, основанные на промежуточном преобразовании исходного кода в серию числа импульсов и подсчете импульсов счетчиками, связаны с выполнением чрезвычайно большого количества операций /12/. На рис. 4 приведена зависимость числа операций от разрядности

R двоичного кода. C_1 - способ вычитания по единице с применением вычитающего (реверсивного) счетчика или способ "досчета", при котором серия числа импульсов является количественным эквивалентом двоичного, а C_2 - десятичного дополнения для преобразуемого числа. (Последний способ "досчета" применяется чаще, т.к. менее сложно нахождение десятичного числа по его десятичному дополнению). Если время отсчета (одной операции) $\tau = 10$ мксек, при $R = 16$ время преобразования C_1 достигает 1 сек. Очевидно, что эти способы применимы при небольшой скорости вывода.

Число отсчетов уменьшается при "досчете" по двум и более каналам (например, по второму каналу на вход ячейки с номером l двоичного счетчика и в десятичный счетчик подаются импульсы, имеющие "вес" 2^{l-1} ; зависимость C_3 приведена для случая $l = 0,5R$). Когда число каналов равно R каждый разряд опрашивается по отдельной шине, и преобразованное число может быть найдено (простыми, но громоздкими) методами дешифрирования или сложения количественных эквивалентов ("весов") значащих разрядов. Более практичны способы последовательного опроса (последовательного "сложения весов"). Одно из таких устройств описано в /12/. В этом устройстве время опроса каждого значащего разряда определяется временем выработки десятичного эквивалента и его прибавления. Каждая цифра десятичного эквивалента представлена не более, чем 9 импульсами. Количество отсчетов растет лишь пропорционально R ($C_4 = 10R$). При тех же значениях R и τ преобразование осуществляется за время $\approx 10^{-3}$ сек.

Применение счетчиков (счетных декад) позволяет относительно экономично реализовать такие способы преобразования, однако обуславливает снижение скорости и надежности работы устройств (из-за влияния цепей связи между счетными ячейками).

Предложены способы последовательного преобразования чисел (способы корректирующих установок последовательно удваиваемых двоичных кодов и последовательно делимых на 2 десятичных кодов), отличающиеся малым числом операций на один разряд ^{/13,14/}. В процессе последовательной обработки в разрядах кода за один такт дважды (с целью сдвига и коррекции) выполняется определенная установка инвертированных двоичных цифр ($C_5 \leftarrow 2R$). Дальнейшее увеличение быстродействия достигается совмещением операций коррекции и сдвига ($C_n = R$). Устройства (с минимизированным числом установок и составом оборудования) построены с применением типовой схемы сдвигающего регистра, на основе триггерной ячейки с отдельными входами, и относительно несложных схем коррекции. Переключения каждой ячейки осуществляются установкой требуемого состояния (для этого соответствующий сигнал заносится на один из отдельных входов), что обуславливает известное повышение скорости и надежности.

В специализированных устройствах вывода применяемые способы преобразования (схемные решения) могут отличаться от обычно используемых в блоках многоканальных измерительных систем. Основными критериями, определяющими выбор метода, являются повышенная скорость и надежность (а не вопросы связи или возможности использования имеющегося в измерительной системе оборудования). Другим важным фактором является разумная экономия оборудования, которая взаимосвязана с необходимой скоростью и надежностью. Можно рекомендовать для применения в специализированных выводных устройствах ^{/5,8/} способы и схемы для последовательного преобразования кодов ^{/13/}. Характер преобразований кодов позволяет в устройствах вывода применить типовые входные блоки - на основе сдвигающего регистра (с параллельным входом). Когда не ставится задача независимой работы нескольких устройств, функций преобразований можно возложить на общий входной блок.

Выходные блоки (в частности, регистрирующие механизмы промышленного производства - перфоратор, печатающий аппарат и т.п.) в большинстве своем

рассчитаны на прием группы или всех разрядов записываемого кода. Согласование с выходным блоком осуществляется в блоке размещения информации, где формируется отдельное сообщение, строка, знаки, метки и т.п. Характер размещения непосредственно связан с используемым представлением информации (в знаковой, графической либо кодовой форме) и способами ее обработки (в частном случае определяется системой размещения, принятой для вводных устройств вычислительной машины).

При проектировании специализированного устройства целесообразна постановка дополнительных требований к размещению выведенной информации - наиболее удобному для использования и последующей обработки. Выведенная информация должна содержать служебные, контрольные и другие дополнительные признаки и отметки. Так, для систематизации или выборочной информации, поступающей из множества измерительных систем, необходимы определенные признаки, сопровождающие выведенную информацию. Такие признаки могут автоматически вырабатываться в устройстве и записываться во время вывода. В простейшем случае это номер опрашиваемой измерительной системы, печатаемый с данными ^{/5,8/}. В других случаях важно предусмотреть автоматическую (или полуавтоматическую) запись большого числа дополнительных данных. Вывод данных на перфоленду или непосредственно в машину вместе с признаками, которые указывают дополнительные условия и являются инструкцией для обработки, позволяет исключить ручной ввод дополнительной информации в машину, уменьшить вмешательство операторов, замедляющее обработку. Например, набираемые на специальной клавиатуре коды (номер программы обработки, тип эксперимента, порядковый номер информации и т.п.) опрашиваются и записываются на перфоленду ^{/7/} или транслируются в машину ^{/8,9/} в начале каждого сообщения. Применение методов автоматического контроля приводит к необходимости размещать контрольную (избыточную) информацию (например, контрольную сумму в конце сообщения ^{/7,8,9/}).

Проблема автоматизации централизованного вывода связана с требованиями уменьшить не только время собственно вывода, но и время подготовительных и других вспомогательных операций. Необходимость более полной автоматизации при централизованном выводе вытекает и из приведенных выше оценок. Сокращение времени коммутации и подготовки в нашем примере достигается

дистанционным выбором входа коммутатора и подготовкой измерительной системы по сигналам из выводного устройства, автоматизацией операций подготовки, включения и выключения устройства, а также операций размещения (записи) дополнительной информации и контроля вывода ^{4-9/}. Автоматизация таких вспомогательных операций, обычно выполняемых вручную, исключает ошибки операторов и сокращает потери рабочего времени, которые в условиях непрерывно ведущихся экспериментов могут быть значительными.

Отмеченные особенности специализированных устройств вывода, характерные прежде всего для обсуждаемых регистрирующих устройств, с некоторыми оговорками могут быть распространены на устройства индикации. Несколько особое место занимают устройства для вывода и трансляции данных в машину, в которых отсутствует выходной блок в прежнем понимании. Задачей его является согласование транслируемых сигналов с каналом связи с машиной, осуществляющей прием и запись информации.

Применение универсальных вычислительных машин в физическом эксперименте (для получения и обработки экспериментальной информации в реальном времени) приводит к иной постановке ряда проблем. Эффективность использования машины в измерительном центре существенно зависит от методики сбора и накопления данных многих экспериментов, которая может иметь ряд общих проблем и решений, подобных рассмотренным. В измерительных центрах различного типа можно отметить общий подход к проблеме и характерные методы решения проблемы централизации. Это дает основание полагать, что сформулированные здесь положения, характерные для измерительных центров одного типа, в той или иной мере полезны и для других условий. Часть обсуждаемых вопросов приобретает особую актуальность с развитием автоматизации физических экспериментов.

Л и т е р а т у р а

1. Г.И. Забиякин. Приборы и техника эксперимента, № 1, 5 (1966).
2. В.Н. Замрий. Препринт ОИЯИ 10-3033, Дубна 1966.
3. В.Н. Замрий. Препринт ОИЯИ 1859, Дубна 1964; Доклад на 2 симпозиуме по ядерной радиоэлектронике, Дубна 1964.

4. В.А. Владимиров, В.Н. Замрий. Препринт ОИЯИ, 1721, Дубна 1964.
5. Л.П. Бубекова, В.Н. Замрий, Б. Юхас. Препринт ОИЯИ 1250, Дубна 1963; Сборник "Устройства вывода информации из многоканальных анализаторов", № 5-64-741/21. ГОСИНТИ. М., 1964.
6. В.А. Владимиров, В.Н. Замрий. Препринт ОИЯИ 2583, Дубна 1966; ПТЭ, № 2, 120 (1967).
7. В.А. Владимиров, В.Н. Замрий. Препринт ОИЯИ 1849, Дубна 1964; "Труды 6 конференции по ядерной радиоэлектронике", т. 3, ч.2, стр. 29, Атомиздат, М. 1965.
8. Г.И. Забиякин, В.Н. Замрий. "Труды 6 конференции по ядерной радиоэлектронике", т. 3, ч. 1, стр. 100. Атомиздат, М. 1965.
9. В.А. Владимиров, Ф. Дуда, В.Н. Замрий. Препринт ОИЯИ 10-3235, Дубна 1967.
10. В.Я. Розенберг, А.И. Прохоров. "Что такое теория массового обслуживания", стр. 148, "Советское радио", М, 1962.
11. С.С. Курочкин. Сборник "Многоканальные измерительные системы в ядерной физике", вып. 5, стр. 29. Госатомиздат. М., 1963.
12. В.Н. Замрий. "Труды 5-й конференции по ядерной радиоэлектронике", т. 4, стр. 64, Госатомиздат, М., 1963.
13. В.Н. Замрий. Препринт ОИЯИ 2048, Дубна 1965; "Вопросы радиоэлектроники", серия VII, 1967, вып. 3.
14. В.Н. Замрий. Авторские свидетельства № 170210 ("Бюллетень изобретений", 1965, № 8), № 184013 и № 184014 ("Бюллетень изобретений" 1966; № 14).

Рукопись поступила в издательский отдел
28 марта 1967 г.

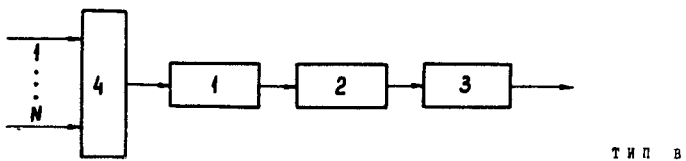
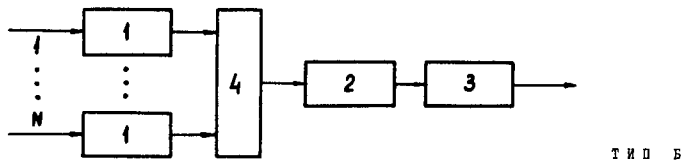
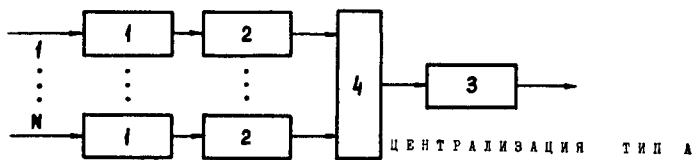
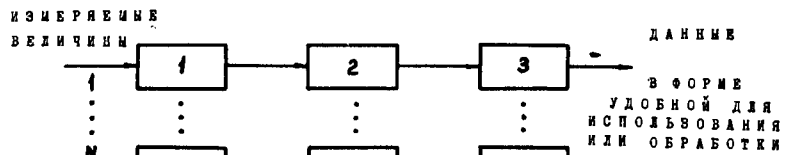


Рис. 1. Централизованное выполнение типовых операций многоканальных измерительных систем:
1 - измерение, квантование; 2 - оперативная обработка, накопление; 3 - вывод, представление. 4 - коммутатор.

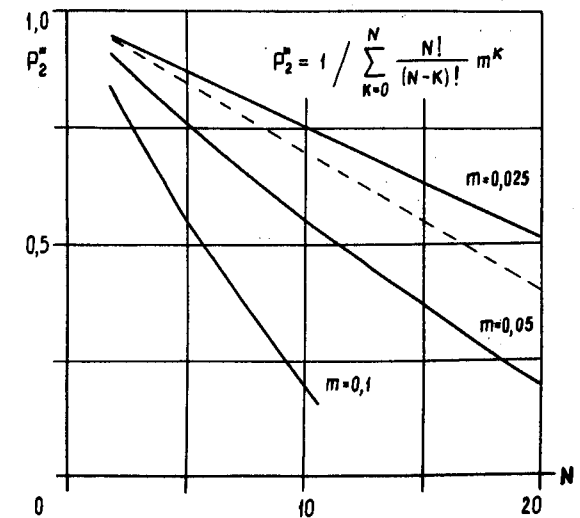
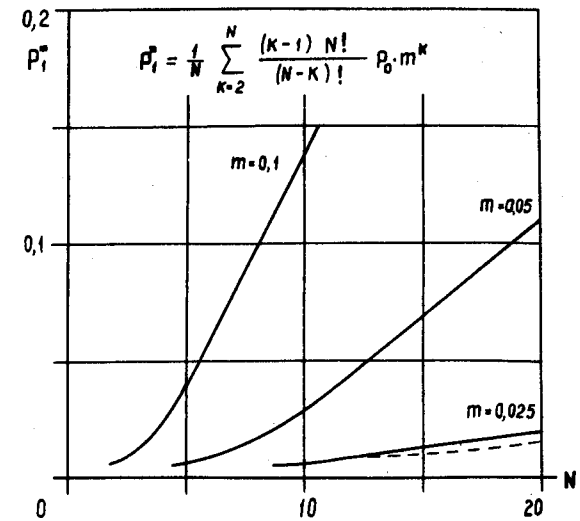


Рис. 2. Зависимость коэффициентов простоя P_1'' и P_2'' от числа измерительных систем.

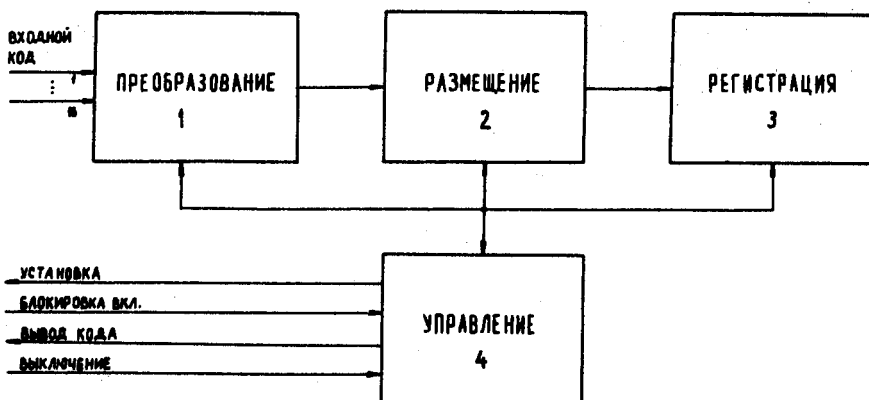


Рис. 3. Специализированное устройство вывода. Основные функции блоков: 1 - согласование, прием и преобразование кода; 2 - размещение информации и представление в знаковой, графической или кодовой формах; 3 - регистрация (индикация); 4 - управление операциями вывода и контроля.

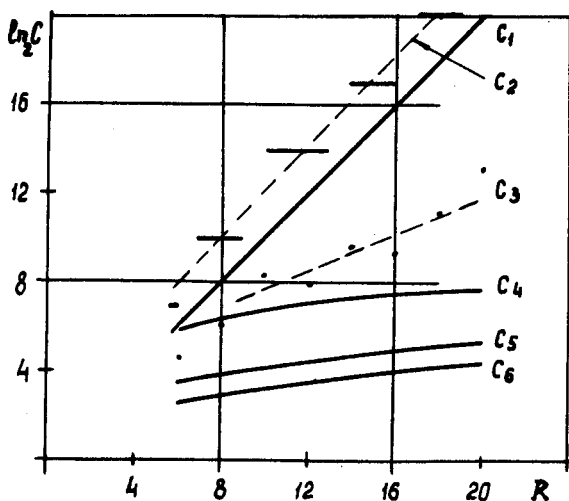


Рис. 4. Зависимость числа операций от разрядности двоичного кода при различных способах преобразования.