

**ВОПРОСЫ  
УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ  
И ЭКСПЛУАТАЦИИ  
ЭЛЕКТРОННЫХ  
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ  
МАШИН**

**2**

Министерство высшего и среднего специального образования  
Латвийской ССР  
Латвийский ордена Трудового Красного Знамени  
государственный университет имени Петра Стучки  
Вычислительный центр

ВОПРОСЫ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ  
ЭЛЕКТРОННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН

Выпуск 2

Межвузовский сборник научных трудов



Латвийский государственный университет им. П. Стучки  
Рига 1977

В сборнике рассматривается ряд научных и технических вопросов, связанных с эксплуатацией и усовершенствованием ЭВМ Вычислительного центра Латвийского государственного университета им. П. Стучки. Среди них имеются работы с теоретическим уклоном.

Сборник рассчитан на научных и инженерно-технических работников, интересующихся вопросами усовершенствования и модернизации ЭВМ.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Я.Я. Даубе (отв. ред.), В.Б. Атлавинас,  
А.Ф. Мачанс, А.К. Санс

Печатается по решению редакционно-издательского совета  
ЛГУ им. П. Стучки от 25 марта 1977 года

© Латвийский государственный университет им. П. Стучки, 1977

В 30502-05Iv 225-77  
М 812(II)-77

ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ОДНОЙ ИТЕРАЦИИ ПРИ РЕШЕНИИ ЛИНЕЙНОЙ  
КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ НА ГИБРИДНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ

Эффективность решения краевых задач теории поля по итерационным алгоритмам на гибридных вычислительных системах (ГВС) типа "сетка-ЦВМ" во многом зависит от организации обмена информацией между аналоговым процессором (АП), содержащим моделирующую среду, и цифровой вычислительной машиной. Вопросы сопряжения аналогового и цифрового процессоров, а также организация обмена информацией между ними при создании ГВС на базе Единой системы электронных вычислительных машин (ЕС ЭВМ) описаны в работах [1] и [2]. В настоящей работе рассмотрены временные характеристики одной итерации при решении линейных краевых задач на ГВС, содержащей аналоговый процессор с кодоуправляемыми проводимостями и токовводами.

Рассмотрим процесс решения линейной краевой задачи на ГВС [3]. Линейная краевая задача при помощи конечно-разностной аппроксимации сводится к решению алгебраической системы

$$A \cdot \Upsilon = b, \quad (1)$$

где  $A$  - матрица коэффициентов,  
 $b$  - вектор правых частей,  
 $\Upsilon$  - вектор искомой функции.

Система (1) решается методом итераций по следующим формулам:

$$\tau^{(k)} = b - A \Upsilon^{(k)}, \quad (2)$$

$$\|\tau^{(k)}\| \leq \varepsilon, \quad (3)$$

$$p^{(k)} = H^{(k)} \cdot \tau^{(k)}, \quad (4)$$

$$y^{(k+1)} = y^{(k)} + p^{(k)} \quad (5)$$

Расчеты по формулам (2), (3) и (5) осуществляются в цифровом процессоре ЕС ЭВМ, а определение вектора поправки по формуле (4) производится в аналоговом процессоре, основной частью которого является моделирующая среда.

Пусть моделирующая среда состоит из 512 узловых точек (УТ), разбитых на 4 модуля по 128 точек в каждом. Каждая УТ содержит кодоуправляемые магазины проводимостей вдоль осей  $x$  и  $y$ , а также кодоуправляемые токовводы. Аналоговый процессор рассматривается как внешнее устройство, подключается к селекторному каналу, и, кроме того, будем считать, что ГВС функционирует под управлением дисковой операционной системы (ДОС) [1,4].

В данной работе не будем касаться вопросов подготовки моделирующей среды к решению задачи, поскольку такие основные моменты подготовки как соединение модулей в необходимую конфигурацию и занесение в моделирующую среду кодов проводимостей соответствующих коэффициентам матрицы  $A$ , осуществляется при решении линейной краевой задачи один раз перед началом итераций.

Блок-схема цикла итерации изображена на рис.1. В блоке 1 осуществляется расчет вектора невязки  $\zeta^{(k)}$  по формуле (2). В блоке 2 определяется норма вектора  $\zeta^{(k)}$ , а в блоке 3 найденная норма  $\|\zeta^{(k)}\|$  оценивается по формуле (3). Если норма  $\|\zeta^{(k)}\|$  удовлетворяет требуемой точности, то происходит выход из цикла итерации, если нет, то в блоке 4 изменяется структура вектора  $\zeta^{(k)}$ , а затем осуществляется масштабирование. Структура массива изменяется таким образом, чтобы после масштабирования вначале следовали все коды токов, заносимые в узловые точки первого модуля, затем коды для УТ второго модуля, третьего и четвертого.

Поскольку в рассматриваемой ГВС используется ДОС, то все операции ввода-вывода запускаются супервизорной программой, входящей в состав дисковой операционной системы.

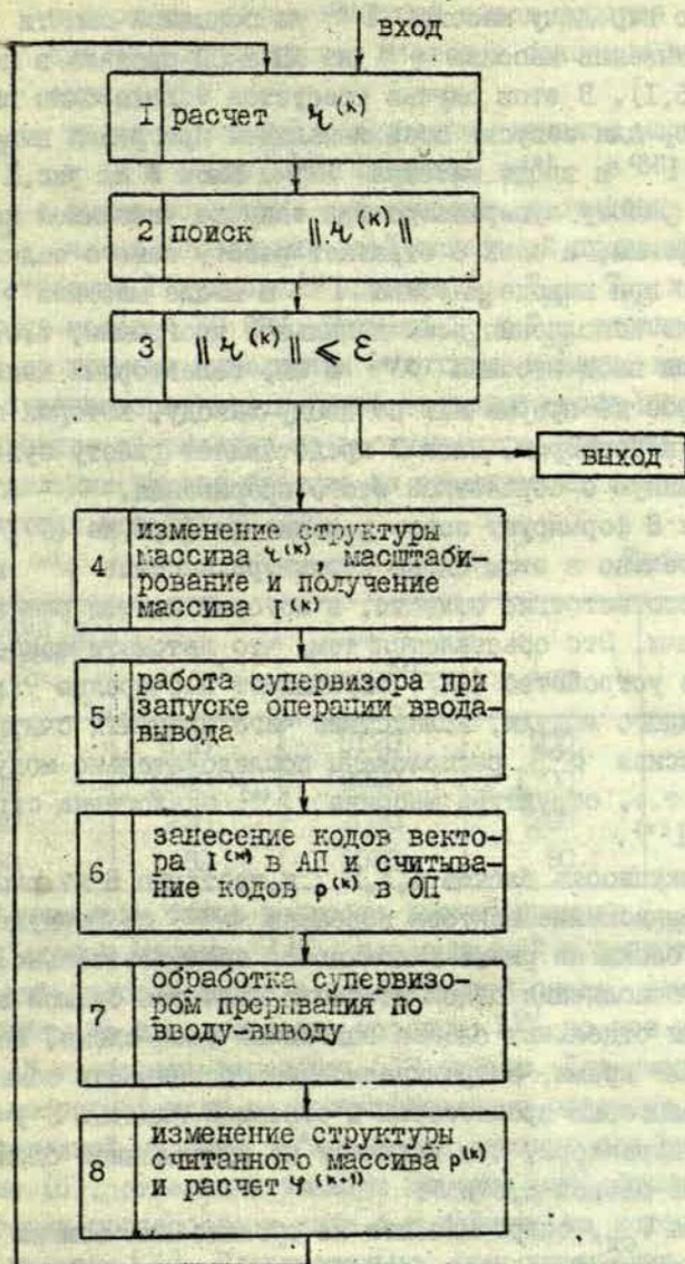


Рис.1. Блок-схема итерации при решении линейной краевой задачи на ГВС.

Для сокращения количества выходов в супервизор целесообразно передачу массива  $I^{(k)}$  из основной памяти (ОП) в АП и считывание массива  $p^{(k)}$  из АП в ОП связать в цепочку команд [5,1]. В этом случае требуется только один выход в супервизор для запуска всей канальной программы вывода массива  $I^{(k)}$  и ввода массива  $p^{(k)}$ . Блок 5 на рис.1 представляет работу супервизора при запуске указанной канальной программы, а блок 6 отражает работу самого селекторного канала при выводе массива  $I^{(k)}$  и вводе массива  $p^{(k)}$ .

После выполнения всей канальной программы, т.е. когда закончится ввод массива  $p^{(k)}$  в ОП, селекторный канал выдает запрос на прерывание по вводу-выводу, который анализируется супервизором. Блок 7 представляет работу супервизора, связанную с обработкой этого прерывания.

Блок 8 формирует новое решение по формуле (5), но предварительно в этом блоке структура массива  $p^{(k)}$  приводится в соответствие области, в которой ищется решение краевой задачи. Это объясняется тем, что автоматическое измерительное устройство (АМУ) опрашивает поочередно узловые точки каждого модуля, вследствие чего элементы считанного из АП массива  $p^{(k)}$  расположены последовательно модуль за модулем, т.е. структура массива  $p^{(k)}$  аналогична структуре массива  $I^{(k)}$ .

Совокупность блоков 4,5,6,7 и частично 8 на рис.1 реализует вычисление вектора поправки  $p^{(k)}$  по формуле (4).

Все блоки на рис.1 выполняются последовательно. Поэтому время выполнения одной итерации является суммой времен выполнения отдельных блоков описанной блок-схемы. Рассмотрим вначале время, затрачиваемое на организацию обмена между аналоговым процессором и основной памятью с учетом работы супервизора, что включает на приведенной блок-схеме выполнение блоков 5,6 и 7.

Время  $T_{ОП}$ , затрачиваемое на организацию обмена между АП и ОП, состоит из трех составляющих:

$$T_{ОП} = T_z + T_{кс} + T_{пр}, \quad (6)$$

где  $T_3$  - время работы супервизора при запуске канальной программы, осуществляющей вывод массива  $I^{(k)}$  в аналоговый процессор и ввод в основную память массива  $p^{(k)}$ ;

$T_{кс}$  - время пересылки селекторным каналом массива  $I^{(k)}$  в АП и считывания массива  $p^{(k)}$  в ОП;

$T_{пр}$  - время обработки супервизором прерывания по окончании выполнения всей канальной программы.

В таблице I приведены времена  $T_3$ ,  $T_{кс}$ ,  $T_{пр}$  и  $T_{ои}$  для различных моделей ЕС ЭВМ. Времена  $T_3$  и  $T_{пр}$  определялись, исходя из времени выполнения отдельных команд, входящих в блоки супервизора, запускающие операцию ввода-вывода и обрабатывающие прерывание по вводу-выводу. Времена выполнения отдельных команд брались из технических описаний соответствующих моделей ЕС ЭВМ.

Таблица I

время в мксек \ модель	$T_3$	$T_{кс}$	$T_{пр}$	$T_{ои}$
ЕС-1020	830	5120	900	6850
ЕС-1030	1560	3080	1700	6340
ЕС-1040	230	2050	260	2540
ЕС-1050	80	2050	90	2220

Рассмотрим более подробно расчет времени  $T_{кс}$ . Поскольку код тока в массиве  $I^{(k)}$ , пересылаемый в регистр памяти токоввода узловой точки в моделирующей среде, помещается в один байт, то для занесения массива  $I^{(k)}$  во все узловые точки АП требуется переслать  $512^2$  байтов. Для уменьшения времени, затрачиваемого на вспомогательные операции, связанные с подготовкой массива  $p^{(k)}$  к использованию для расчетов по формуле (5), отдельный элемент массива  $p^{(k)}$  формируется в аналоговом процессоре в виде 4-х байтов, из которых два байта нулевые [1]. Следовательно, при считывании  $p^{(k)}$  канал пересылает из АП в основную память  $2048$  байтов.

Время пересылки одного байта зависит от пропускной

способности селекторного канала, к которому подключен аналоговый процессор, в соответствующей модели ЕС ЭВМ [I].

Массив  $I^{(k)}$  формируется в основной памяти, поэтому он может пересылаться в аналоговый процессор с максимальной пропускной способностью канала. Несколько иначе обстоит дело с массивом  $p^{(k)}$ . Каждый элемент массива  $p^{(k)}$  формируется автоматическим измерительным устройством (АИУ) в аналоговом процессоре и пересылается в основную память. Скорость формирования элемента ограничивается возможностями АИУ. Поэтому для того, чтобы селекторный канал при пересылке элементов массива  $p^{(k)}$  работал с максимальной пропускной способностью, можно использовать одно АИУ с дополнительным буферным регистром, например, для модели ЕС-1022, а для более высокоскоростных селекторных каналов моделей ЕС-1030, ЕС-1040 и ЕС-1050 использовать два АИУ с одним или двумя буферными регистрами. В приведенной таблице I величина  $T_{КС}$  указывает время, затрачиваемое селекторным каналом на передачу массивов  $I^{(k)}$  и  $p^{(k)}$ . При решении конкретной задачи это время увеличивается на 100-200 мксек в зависимости от используемой модели ЕС ЭВМ за счет задания адреса начальной и конечной узловых точек, передачи в аналоговый процессор масштабного коэффициента и из-за затрат времени на зацепление по команде при выполнении всей канальной программы.

Рассмотрим теперь время выполнения блоков 1, 2, 3, 4 и 8 на рис. I. В таблице 2 приведены приближенные времена выполнения этих блоков для моделей ЕС-1022 и ЕС-1030. Эти величины получены путем расчета времени выполнения подпрограмм, написанных на ассемблере для реализации указанных блоков. Величина  $T_H$  представляет время расчета вектора невязки  $t^{(k)}$  по формуле (2) в блоке 1. Величина  $T_M$  представляет время выполнения блоков 2, 3 и 4, а  $T_{II}$  указывает время расчета нового решения по формуле (5), в которой используется вектор поправки  $p^{(k)}$ , полученный в АП.

Таблица 2

время в мсек модель	$T_H$	$T_M$	$T_{II}$	$T_c$	$T_{об}$
ЕС-1022	155	96	30	281	288
ЕС-1030	140	150	40	330	336

В графе  $T_c$  приведено суммарное время, затрачиваемое на выполнение блоков 1, 2, 3, 4 и 8. Более быстрое выполнение блока 1 на модели ЕС-1030 по сравнению с ЕС-1022 объясняется тем, что при расчете вектора невязки преобладают операции с числами, представляемыми в формате с плавающей запятой, а эти операции выполняются на ЕС-1030 быстрее, чем на ЕС-1022. При реализации блоков 2, 3, 4 и 8 преобладают логические команды, которые выполняются быстрее на ЕС-1022.

В графе  $T_{об}$  указано общее время выполнения всех блоков итерации на рис. 1, т.е. с учетом времени обмена информацией между основной памятью и аналоговым процессором. Приведенные данные показывают, что при решении линейной краевой задачи на ГВС типа "сетка-ЦВМ" на базе ЕС ЭВМ время, затрачиваемое на обмен информацией между ОП и АП, составляет менее 3% от общего времени выполнения итерации.

Для сравнения полученных результатов с цифровыми методами решалась линейная контрольная задача на модели ЕС-1022 методом последовательной верхней релаксации. Решаемая задача описывается уравнением

$$\nabla(\sigma \nabla \gamma) = F, \quad (7)$$

где  $\nabla$  - оператор Гамильтона,  $\sigma = \frac{1}{xy}$  и  $F = 3(x^2 + y^2)$ .

Задача решалась в прямоугольной области размером  $32 \times 16$  с шагом  $h_x = h_y = 1$  и граничными условиями первого рода  $\gamma = x^3 y^3$ . Весь алгоритм решения написан на языке ФОРТРАН-IV за исключением непосредственно цикла итерации. Цикл итерации для большей эффективности написан на

ассемблере. Время выполнения одной итерации на модели ЕС-1022 получилось равным 228 миллисекундам.

При сравнении полученной величины с данными, приведенными в таблице 2, видно, что время одной итерации на ГВС больше приблизительно на 25%. Но поскольку количество итераций при решении линейной задачи на ГВС значительно меньше количества итераций при использовании цифровых методов, как это показано в литературе [6], то очевидна эффективность применения ГВС для решения линейных краевых задач.

При сравнении данных, приведенных в таблице 1 и 2, следует, что работа цифрового процессора составляет 97% времени выполнения полной итерации, а время работы аналогового процессора составляет всего 3%. Поэтому для более производительного использования аналогового процессора целесообразно его применять в комплексах, содержащих несколько цифровых процессоров, что позволит эффективно решать одновременно несколько краевых задач.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Атлавинас В.Б. Вопросы сопряжения аналогового и цифрового процессоров при создании гибридной вычислительной системы на базе Единой системы ЭВМ. - В кн.: Вычислительная техника и краевые задачи, вып.18, Рига, РПИ, 1977, с.72-79.
2. Спалвинь А.П., Атлавинас В.Б., Звиргздиньш Ф.П., Мачанс А.Ф. Вопросы организации обмена информацией и соответствующая система команд в гибридной вычислительной системе типа "сетка-ЦВМ" на базе ЕС ЭВМ. В наст.сб.
3. Овсюков С.В., Спалвинь А.П. Вопросы построения гибридной вычислительной системы. - В кн.: Методы и средства решения краевых задач. Рига, РПИ, 1970, с.173-179.
4. Спалвинь А.П., Атлавинас В.Б., Родэ В.С. Вопросы подготовки системы модифицированных команд обмена в гибридной вычислительной системе с учетом организации обмена инфор-

машиной в ЕС ЭВМ. - В кн. Вопросы усовершенствования и эксплуатации электронных вычислительных машин. Вып. I, Рига, ЛГУ, 1975, с.54-57.

5. Вычислительная система IBM/360. Принципы работы. Под ред. Штаркмана В.С., М., 1969. 0
6. Родэ Э.Э., Спалвинь А.П. Гибридные вычислительные системы "сетка-ЦВМ". - "Автоматика и телемеханика", 1972, № 9, с.115-121.

Я.Я.Везис (ЛГУ им.П.Стучки)

## СТРУКТУРНОЕ ОПИСАНИЕ ДЛЯ СИНТЕЗА ЗНАКОВ

Способ структурного описания знаков, изложенный в работе [1], был использован при анализе знаков определенного ансамбля. В настоящей статье рассматривается применение указанного способа для составления описаний знаков с целью их синтеза. Если в первом случае использовалось приближенное описание эталонов определенных классов, то здесь имеет место более точное описание синтезируемых знаков. Ввиду этого потребовалось некоторое расширение языка описаний, касающееся его "слов" и "грамматики". Ниже рассмотрен вариант описания знаков: элементы, обозначения, формирование описаний двух уровней, приведены примеры.

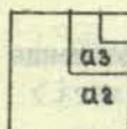
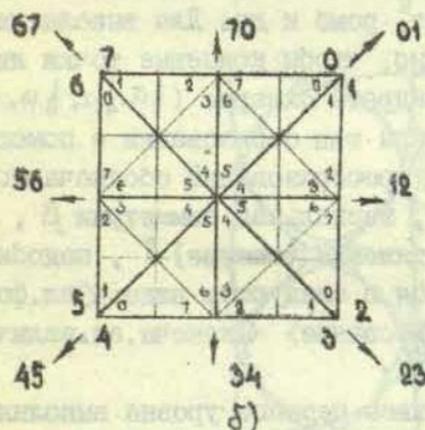
Знак (его изображение) получаем в результате суперпозиции некоторого количества элементов формы, выделяемых с помощью соответствующих элементов величины. Последние указывают положение и размер выделяемых ими элементов формы. Для каждого элемента формы и величины устанавливаются соответствующие обозначения (коды). Описание знака разбивается на два уровня. Первый уровень  $U$  определяет положение (перемещение) элементов величины  $l_v$  относительно некоторой базовой сетки. Внутренняя структура каждого элемента  $l_v$  отражается в описании второго уровня  $V$ ; поэтому элементы формы появляются только в описании  $V$ . Изображение знака "содержит" один или несколько элементов  $l_v$ . Их количество, тип и положение относительно базовой сетки - содержание описаний  $U$ .

Второй уровень  $V$  определяет элементы формы, из которых формируется изображение на элементе  $l_v$ . Элементы формы могут быть заданы явно или с помощью преобразований. Как уже указывалось, каждый элемент формы выделяется с помощью соответствующего элемента величины. Количество и тип элементов формы, преобразования, типы использованных элементов величины - содержание описаний второго уровня.

Ниже приводится классификация элементов и преобразова-

ний, их обозначения, рассматриваются примеры построения описаний  $U$  и  $V$ .

Элементы величины  $l$ . Код элемента определяет форму, положение и относительный размер элемента. Фактический размер зависит от номера базиса и величины  $a_0$  (рис. 1а). Базис в данном описании указывается неявно. Код элемента в квадратных скобках указывает повышение номера базиса на единицу. В основе формирования элементов  $l$  - разделение квадрата с помощью осей симметрии и образование определенных циклических групп ( $C_4$ ). Схема кодирования элементов и направлений дана на рис. 1б. Там же приведены некоторые примеры (рис. 1в). Код элемента имеет вид:  $\langle n_s \rangle \langle n_b \rangle$ , где  $n_s$  - код начального элемента,  $n_b$  - код конечного элемента по схеме рис. 1б.



$$a_1 = a_0$$

БАЗИС	N°
$a_1 = a_0$	1
$a_2 = \frac{1}{2} a_0$	2
$a_3 = \frac{1}{4} a_0$	3

а)

ВИД ЭЛЕМЕНТА	КОД ЭЛЕМЕНТА (ЦИКЛ СЧ)
	07, 21, 43, 65
	03, 23, 47, 61
	01, 23, 45, 67
	00, 22, 44, 66
	11, 33, 55, 77

б)

Рис. 1. Схема кодировки элементов величины.

В скобках перед кодом элемента  $l$  можно указать подструктуру в том же базисе или в базисе с большим номером. Например:  $[(l_i)] l_k ; (l_i) l_k$ .

Элементы формы  $\mathcal{Y}$ . Из соображений наглядности элементы формы разбиваются на несколько групп. Запись элемента имеет вид:

$\langle \text{символ} \rangle \langle n \rangle$  где  $n$  - одно из чисел 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.

В описании выбраны следующие символы для каждой группы элементов  $\mathcal{Y}$

Фигуры - A, B, C, D, E, F ; части фигур - a, b, c, d, e, f ;

Спектры - O, P, Q, R, S, T ; части спектра - o, p, q, r, s, t ;

Точечный спектр - 0, o.

Между фигурой и ее спектром существует простое соответствие (см. рис. 26, в). Полные элементы (фигуры) определены на элементе  $l$  типа O7 (квадрата), обладает симметрией:  $R_1^2 - 1, R_2^2 - 1, (R_1, R_2)^2 - 1$ , где  $R_1, R_2$  - осевые,  $R_1, R_2$  - центральная симметрия, и имеют простое аналитическое выражение. Например: круг, квадрат, ромб и др. Для выполнения стыковки элементов, существенно, чтобы концевые точки линий спектра делили стороны квадрата бинарно ( $\frac{1}{2}a, \frac{1}{4}a, \frac{1}{8}a, \dots$ ). Элементы формы могут быть заданы или образования с помощью линейных преобразований. Виды преобразований обозначаются следующим образом: перенос  $\alpha$ , зеркальная симметрия  $\beta$ , центральная симметрия  $\gamma$ , растяжение (сжатие)  $\delta$ , подобие  $\epsilon$ . Преобразования записываются в следующем виде:  $\langle \text{эл. формы} \rangle \langle \text{исх. эл. велич.} \rangle \langle \text{преобразование} \rangle \langle \text{конечн. эл. велич.} \rangle$

Пример: A1O1  $\alpha$  I2  $\rightarrow$  A2I2 ;

Структурное описание. Запись первого уровня выполняется по следующей схеме:

$U_i: \langle \text{направление 1} \rangle \langle \text{шаг 1} \rangle \langle l_{u1} \rangle ; \langle \text{направление 2} \rangle$   
 $\langle \text{шаг 2} \rangle \langle l_{u2} \rangle ; \dots \langle \text{направление } i \rangle \langle \text{шаг } i \rangle$   
 $\langle l_{ui} \rangle ;$

где  $i = 1, 2, 3, \dots$

направление - один из кодов - I2, 34, 56, 70, 01, 23, 45, 67,  
 шаг  $0, \frac{1}{2}a, \frac{1}{4}a$  - соответственно  $z, h, q$ .

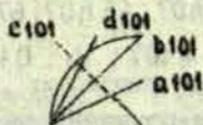
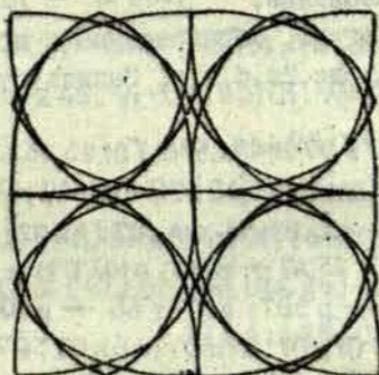
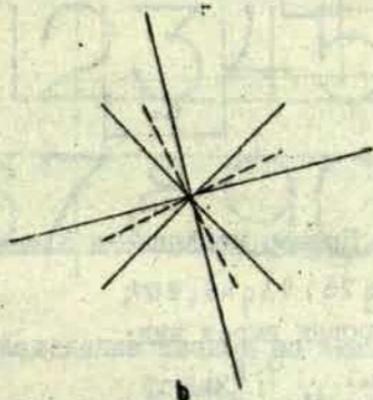
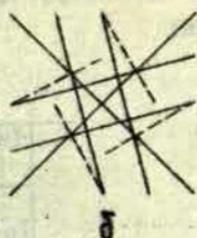
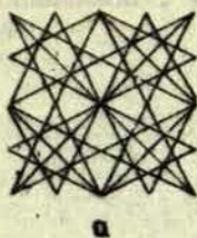


Рис. 2. Примеры образования фигур.



Запись  $U$  для структуры элементов  $lv$ , показанной на рис.3, следующая:

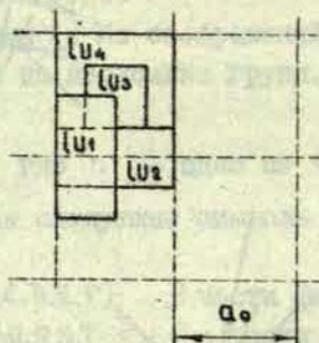


Рис.3. Пример компоновки элементов  $lv$ .

$U_4: 34h47; 34g25; 23g45; 207;$

Запись второго уровня имеет вид:

$V_j: \gamma_1 lv_1; \gamma_2 lv_2; \dots; \gamma_j lv_j;$

где каждый элемент  $\gamma lv$  может быть заменен соответствующей цепочкой преобразований.

Некоторые фигуры, образованные с помощью преобразований, показаны на рис.2а,б,в,г. Запись этих преобразований имеет вид:

а)  $a_1 b_1 d_1 [07 \gamma 07, 21, 43, 65] 01 \gamma 01, 23, 45, 67 \rightarrow A_1 B_1 D_1 07;$

б)  $a_1 [07 \gamma 21] 01 \gamma 01, 23, 45, 67 \rightarrow A_2 07;$

$A_2 07 \delta 07 \rightarrow A_3 07; V_2: A_2 07; A_3 07;$

в)  $a_1 01 \alpha 45 \delta 25, 47 \rightarrow p107; p107 \gamma 21 \rightarrow p207;$

$p107 \gamma 43 \rightarrow p307; p107 \gamma 65 \rightarrow p407;$

$p_1 \rightarrow U_4: 01h07; 21h07; 45h07; 67h07; V_1: p107$

$V_1: p207; V_1: p307; V_1: p407;$

г)  $c1(01 \delta 03, 61) 07 \gamma 07, 21, 43, 65 \rightarrow C107;$

$U_4: 01h07; 21h07; 45h07; 67h07; V_1: C107;$

$V_1: C107; V_1: C107; V_1: C107;$

На рис.4 точками показано разделение знаков по элементам формы. Ниже приведено в качестве примера описание зна-

ков 1,2,3,4.

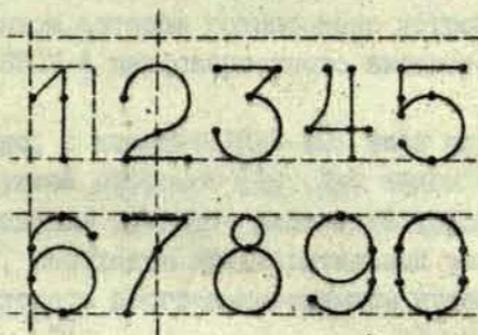
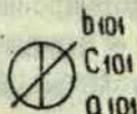


Рис.4. Разделение знаков по элементам формы.

$a_1 [07 \text{ r } 21] 01 \rightarrow a 201;$

<1>  $U_2: 56h01; 45h01; V_1: a_1 b_1 [45] 01; V_i: a 101;$

<2>  $U_2: 56h, 34g 01; z 45; V_1: C_1 (63) 01; V_2: C_1 (67) 01 \& 45;$

$a_2 [61 \& 25] 01 \& 45;$

<3>  $U_2: 54 h 01; 56 h 01; V_1: C_1 (04) 01; V_2: a 201; b_i [01 \& 25] 01;$

<4>  $U_3: 56 h, 34g 01; [56h] 56 h, 34g 01; [56h] z 45;$

$V_2: C_1 [23 \& 03] 01 \& [47] 01; a_2 [01 \& 25] 01; V_i: a 101;$

$V_i: a_1 [25] 01 \& 45;$

Структурные описания, подобные рассмотренным, предполагается использовать при синтезе знаков с помощью ЭВМ.



ЛИТЕРАТУРА

1. Везио Я.Я. Способ формирования структурных описаний знаков. - В кн.: Вопросы усовершенствования и эксплуатации ЭВМ. Вып. I, Рига, ЛУ, 1975, с. 38-46.



А.А. Градовский (ЛГУ им. П. Стучки), А.К. Санс (ЛГУ им. П. Стучки)

### УСТРОЙСТВО ВВОДА ИНФОРМАЦИИ В ЭВМ БЭСМ-4 НА БАЗЕ УВК-601

В целях обеспечения более высокой надежности ЭВМ БЭСМ-4 коллективом авторов разработано устройство для подключения к ЭВМ БЭСМ-4 перфокарточного вводного устройства типа УВК-601.

Как известно, с помощью УВК-601 ввод перфокарты осуществляется ее узкой стороной [1]. При таком вводе перфокарты, для сохранения прежнего положения информации в оперативной памяти, необходим предварительный разворот кодов. Это можно реализовать программно-схемным путем или чисто аппаратным путем [2].

При использовании программно-схемного варианта, необходима специальная программа разворота информации, которая вводится в оперативную память ЭВМ перед выполнением каждой программы. Программа разворота занимает часть оперативной памяти, что приводит к резкому понижению возможностей ЭВМ.

Аппаратный вариант требует дополнительного специального оборудования, но возможности машины БЭСМ-4 остаются прежними.

Учитывая недостатки программно-схемного варианта был избран аппаратный вариант, с учетом следующих требований:

а) выход разработанных схем разворота информации подключается к стандартному каналу вместо одного из ВУ-700, а второе устройство ВУ-700 остается в качестве запасного;

б) подключение к ЭВМ БЭСМ-4 устройства УВК-601 или ВУ-700 осуществляется с помощью одной кнопки, коммутирующей группы герконовых реле;

в) в функциональные схемы ЭВМ БЭСМ-4 никакие изменения не вносятся, что дает возможность производить отладку разработанных схем подключения УВК-601 с минимальными затратами машинного времени.

## Работа устройства

Избранный принцип ввода информации основан на последовательной записи по колонкам содержимого информации одной перфокарты в дополнительное буферное запоминающее устройство (ДБЗУ) с последующей выдачей по строкам в ЭВМ БЭСМ-4. Выдача информации из ДБЗУ в ЭВМ БЭСМ-4 производится в промежутках между вводом двух перфокарт устройством УВК-601.

На рис. I показана блок-схема устройства. Из ЭВМ БЭСМ-4 сигнал "Пуск" поступает на схему управления (СХУ) и далее в виде сигнала "ввод массива" на устройство УВК-601. После запуска механизма УВК-601 на схему управления поступает сигнал "начало карты", устанавливающий в исходное состояние схему управления, регистры и счетчики. После прихода первого синхросигнала (СИУВК) в СХУ регистр колонок (РК) принимает содержимое первой колонки перфокарты. В промежутке до прихода следующего СИ УВК содержимое регистра колонки по одному биту записывается в ДБЗУ. После прихода второго синхросигнала в СХУ на РК принимается содержимое второй колонки перфокарты и вновь записывается в ДБЗУ. Это повторяется до тех пор, пока содержимое всех восьмидесяти колонок перфокарты не будет записано в ДБЗУ.

После ввода первой перфокарты с УВК-601 выдается сигнал "конец карты", поступающий в СХУ. С этого момента схема управления вырабатывает сигналы для считывания информации из ДБЗУ и ее выдачи в ЭВМ БЭСМ-4. Из ДБЗУ содержимое одной строки перфокарты по одному биту поступает в регистр строк (РС). После заполнения регистра строк, в ЭВМ БЭСМ-4 выдается синхросигнал (СИ МОЗУ) и содержимое первой строки принимается в регистр результатов БЭСМ-4, откуда пересылается в оперативную память. Цикл повторяется 12 раз, пока все двенадцать строк не будут выданы в БЭСМ-4.

После прихода сигнала "начало карты" от второй перфокарты, начинается запись информации второй перфокарты в ДБЗУ с последующей выдачей информации в оперативную память БЭСМ-4.

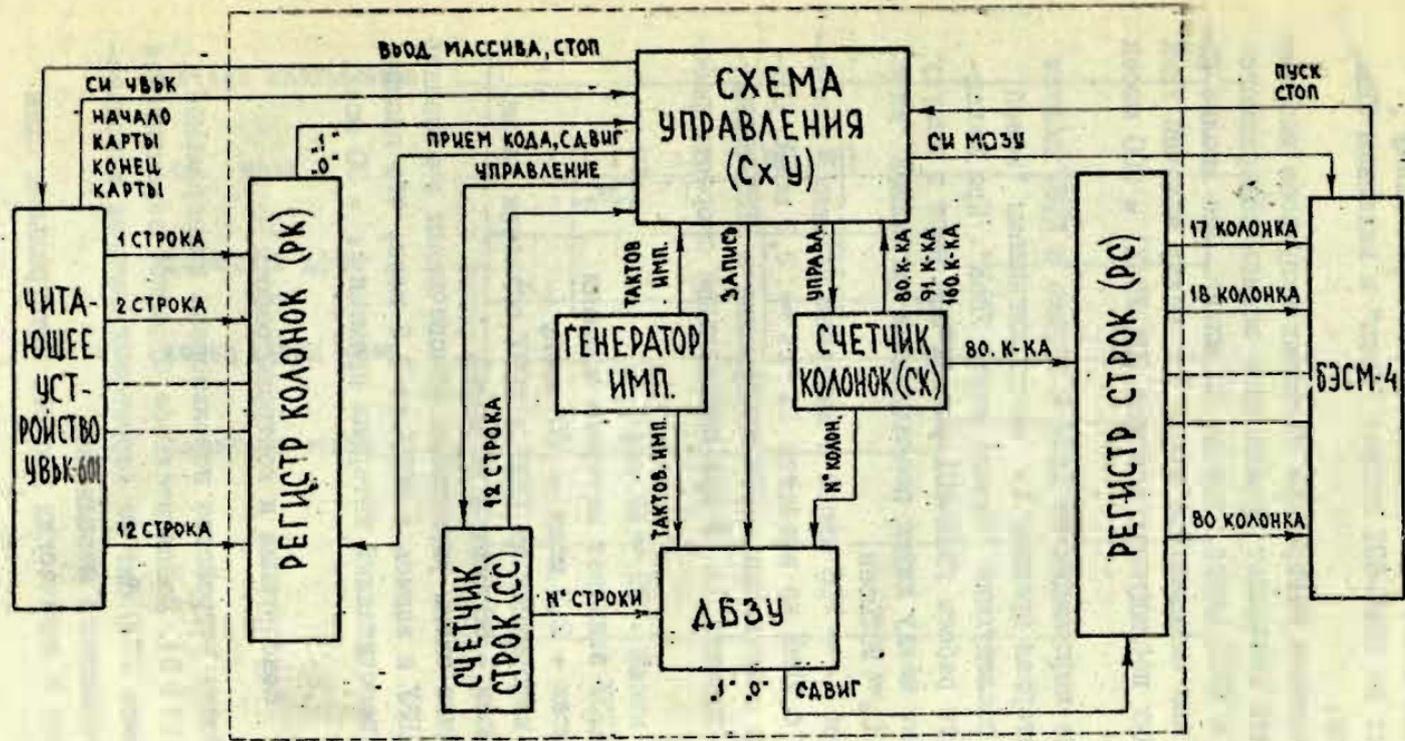


Рис.1. Блок-схема устройства разворота информации.

После ввода всего массива из БЭСМ-4 через схему ления поступает на УВК-601 сигнал "Стоп" и механизм УВК-601 выключается.

Рабочая частота генератора тактовых импульсов выбрана равной 1МГц, что позволяет производить запись содержимого одной колонки в ДБЗУ менее, чем за 40 мксек. Это вполне достаточно, так как минимальное время  $t_1$  между выдачей УВК содержимого двух последующих колонок (СИ УВК) = 600 мксек (рис.2).

Считывание информации из ДБЗУ и запись в МОЗУ должны уложиться в интервал времени  $t_2$  между сигналами "конец карты УВК" и последующим "Начало карты УВК". При максимальной скорости работы УВК-601 равной 660 карт в минуту интервал времени между двумя последующими сигналами "начало карты УВК"  $t_3 \approx 90$  мсек.

Номинальное  $t_4 \approx 700$  мксек и интервал времени, в котором информация с УВК не выдается  $t_4 + t_5 \approx 2,2$  мсек. Следовательно, при считывании карты информация в ДБЗУ выдается в интервале времени  $t_6$  и при номинальной скорости работы УВК

$$t_6 = 700 \text{ мксек} \cdot 79 \approx 56 \text{ мсек}.$$

Запись в ДБЗУ занимает интервал времени

$$t_7 = 56 \text{ мсек} + 2,2 \text{ мсек} \approx 60 \text{ мсек},$$

а для переписи информации из ДБЗУ в МОЗУ остается время

$$t_2 = 90 \text{ мсек} - 60 \text{ мсек} = 30 \text{ мсек}.$$

Разработанные схемы управления обеспечивают считывание информации из ДБЗУ и запись в МОЗУ за 2,5 мсек, что вполне укладывается в рассчитанный интервал времени  $t_2 = 30$  мсек.

### Конструкция и контроль работы

При разработке устройства использованы интегральные схемы серии К-155 [3]. Дополнительное буферное запоминающее устройство объемом 2000 бит на ферритовых кольцах использовано готовое, заводского исполнения.

Для перехода с логических уровней интегральных схем

НАЧАЛО КАРТЫ ЧВБК

СИ ЧВБК

ЗАПИСЬ В ДБЗЧ

КОНЕЦ КАРТЫ ЧВБК

ЗАПИСЬ В МОЗУ

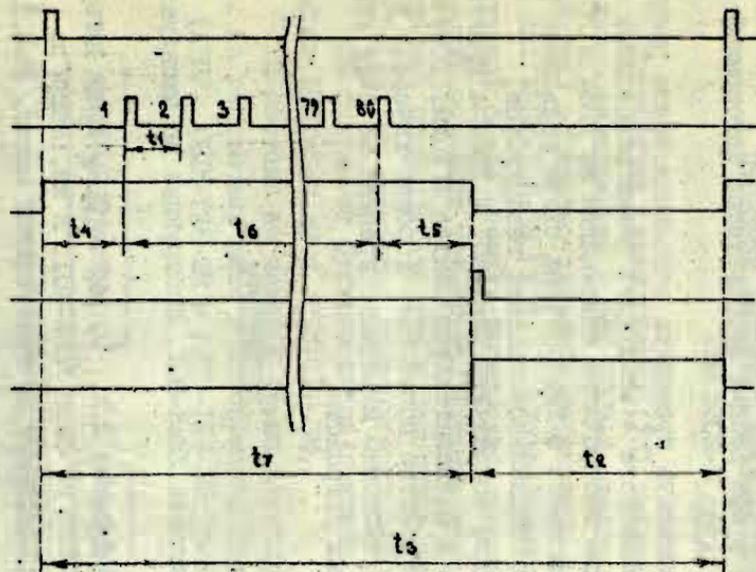


Рис.2. Временная диаграмма.

(0; +2,4в) на логические уровни ЭВМ БЭСМ-4 (-7; 0в), и наоборот разработаны специальные транзисторные схемы, преобразующие логические уровни [3].

Для контроля поколонного занесения информации в ДБЗУ, построчного считывания информации из ДБЗУ в регистр строк и ее выдачи из РС в ЭВМ БЭСМ-4 используется автономный пульт управления (АПУ).

Имеется возможность проверить отдельные этапы работы схем устройства разворота - заиклнить режим поколонной записи в ДБЗУ и режим построчного считывания из ДБЗУ в РС. При этом вместо сигналов с УВК-601 на схемы разворота подаются сигналы со специальной системы генераторов.

Описанная схема сопряжения УВК-601 с БЭСМ-4 практически реализована в Вычислительном центре ЛГУ им.П.Стучки. В эксплуатации устройство показывает хорошие качества и дает значительную экономию машинного времени за счет уменьшения сбоев вводных устройств.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Техническое описание УВК-601. Инструкция по эксплуатации. 1969.
2. Морозов А.В., Ступаков Л.Е., Суржигов С.П. Устройство ввода в ЭЦВМ М-220 на базе УВК-601. В кн.: Вопросы технической эксплуатации вычислительных машин. Вып.3, М., 1973.
3. Справочник по полупроводниковым диодам, транзисторам и интегральным схемам. М., "Энергия", 1972.

Я.Я.Лацис (ЛГУ им.П.Стучки),

Э.Я.Гравачо (ЛГУ им.П.Стучки)

УСТРОЙСТВО ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ И АВТОНОМНОЙ  
ПРОВЕРКИ ВЫВОДНЫХ УСТРОЙСТВ АЦПУ-128  
ЭВМ БЭСМ-4

Устройство переключения (УП) предназначено для поочередного подключения к ЭВМ БЭСМ-4 одного из двух внешних выводных алфавитно-цифровых печатающих устройств АЦПУ-128-2М или АЦПУ-128-3М [1,2,3]. Устройство переключения обеспечивает более высокую производительность эксплуатации внешних выводных устройств, а также дает возможность производить профилактические и ремонтные работы одного из АЦПУ-128, не прекращая эксплуатацию другого.

УП выполняет функции переключателя и блока проверки работы АЦПУ-128-2М и АЦПУ-128-3М.

УП состоит из четырех групп переключателей, выполненных на герконовых реле и автономного блока проверки работы (АБПР) АЦПУ-128-2М и АЦПУ-128-3М (рис.1.).

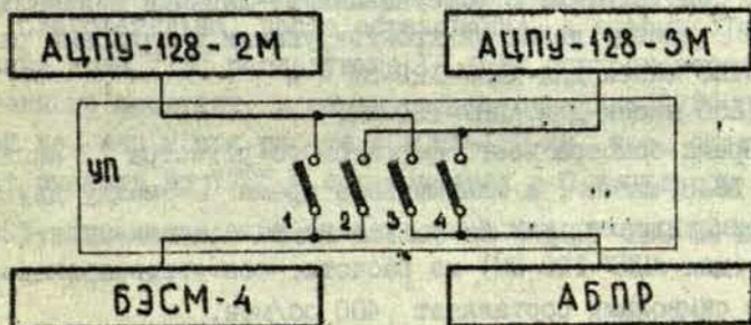


Рис. 1. Блок-схема подключения АЦПУ-128  
и АБПР к ЭВМ БЭСМ-4.

Группа герконовых реле (I) обеспечивает подключение к ЭВМ БЭСМ-4 АЦПУ-128-2М; соответственно группа (2) - АЦПУ-128-3М; группа (3) обеспечивает подключение блока АБПР к АЦПУ-128-2М; группа (4) соответственно к АЦПУ-128-3М. В УП имеется блокировка для предотвращения одновременного включения групп (1), (2) и (3), (4), а также групп (1), (3) и (2), (4).

### I. Подключение АЦПУ-128-3М

Чтобы обеспечить подключение АЦПУ-128-3М (96 символов) к ЭВМ БЭСМ-4, укомплектованной АЦПУ-128-2М (78 символов), необходимо обеспечить четкую синхронизацию устройства управления печатью (плата № 6) БЭСМ-4 и АЦПУ-128-3М.

Генератор синхронизирующих импульсов выдает за один оборот вала знаковых колес 78 позиционных импульсов для АЦПУ-128-2М и 96 позиционных импульсов для АЦПУ-128-3М, один импульс "0" (нулевая позиция) и один импульс пробела.

В соответствии с вышеуказанными данными минимальное время  $\tau$  между двумя синхронизирующими импульсами равно:

1250 мксек для АЦПУ-128-3М и

1550 мксек для АЦПУ-128-2М.

Время осмотра всего ферритового регистра 12 мксек  $\times$  128 = 1540 мксек, а минимальное время  $\tau$  между двумя синхроимпульсами, как было сказано выше, равняется 1250 мксек (для АЦПУ-128-3М) из расчета, что угловая скорость вала с символами составляет 400 об/мин.

Отсюда видно, что в интервале между двумя соседними знаками печатающего колеса, невозможно сбросить все ячейки ферритового регистра. Поэтому надо увеличить время между двумя синхроимпульсами АЦПУ-128-3М, т.е. сделать

$$\tau \geq t;$$

где  $t$  - время "осмотра" ферритового регистра.

Это увеличение времени  $T$  достигается уменьшением скорости вала печатающих колес  $\omega$ , следовательно, синхрогенератора АЦПУ-128-3М за счет увеличения диаметра ведомого вала, связанного с выходным валом двигателя посредством ременной передачи.

Кроме этого в схеме АЦПУ-128-3М были добавлены две ячейки:

- триггер статический (ТрС) и
- усилитель мощности (УМЩ),

назначение которых - отсечка 18 синхроимпульсов после 78-го в синхροгенераторе АЦПУ-128-3М. Дело в том, что счетчик синхронизации (сч. "78") считает до 78, и после получения 78 импульсов сбрасывается в 0 импульсом "0" синхροгенератора.

Таким образом, чтобы избежать переделки счетчика синхронизации на 96 символов и дешифратора для выделения 96-го импульса, составлена электронная схема отсечки 18 синхроимпульсов синхροгенератора (после 78<sup>го</sup> "СИ").

Следовательно, после образования на счетчике синхронизации кода "78" последующие 18 "СИ" синхροгенератора на счетчик не поступят, и режим работы счетчика "78" будет такой же, как и при работе с АЦПУ-128-2М, т.е. счетчик будет считать до "78" и сбрасывается в 0 импульсом "0".

Функциональная схема доработки в АЦПУ-128-3М показана на рис. 2.

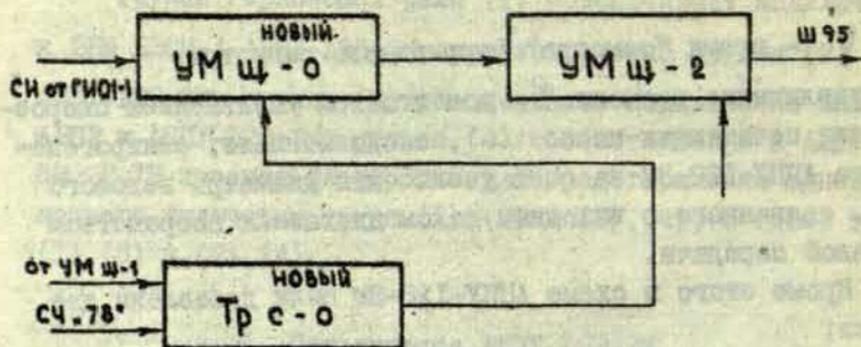


Рис.2. Функциональная схема доработки в АЦПУ-128-3М.

Рассмотрим работу схемы отсечки. После прихода импульса 78-ой позиции ТрС-0 устанавливается положение "1" и на его нулевом выходе появляется низкий потенциал, который запирает ячейку УМЩ-0, тем самым перекрывая прохождение оделудующих за 78-м синхроимпульсов на счетчик синхронизации. После прихода импульса "0" синхрогенератора (от УМЩ-1) на вход ячейки ТрС-0 триггер сбрасывается в "0", УМЩ-0 открывается и обеспечивает прохождение синхроимпульсов, начиная с первого.

Схема переключения соответствующих групп (1)-(4) показана на рис.3.

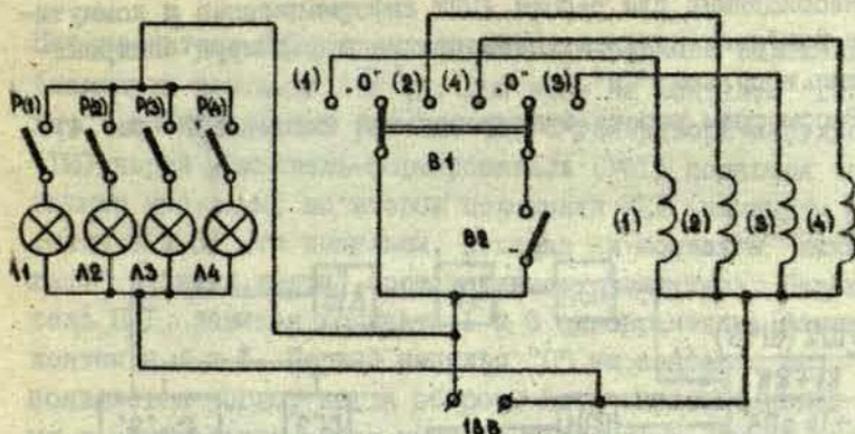


Рис. 3. Схема переключения групп (I)+(4).

Лампочки  $L_1 + L_4$  служат для индикации подключения следующих систем:

$L_1$  - БЭСМ-4 к АЦПУ-128-2М

$L_2$  - БЭСМ-4 к АЦПУ-128-3М

$L_3$  - АБПР к АЦПУ-128-2М

$L_4$  - АБПР к АЦПУ-128-3М.

Контакты герконовых реле  $P(1) + P(4)$  входят в соответствующие группы (I) + (4). Для питания групп герконовых реле используется блок питания напряжением 18 В. Переключатель В1 осуществляет переключение групп (I)+(4), переключатель В2 - выключение всей системы.

## 2. Описание работы АБПР

Проверяя АЦПУ-128 с помощью автономного блока проверки работы в каждой строке печатается следующая информация:

01234567012345670123 ...

Необходимые для работы АЦПУ информационные и коммутационные импульсы получают, преобразуя и формируя синхронизирующие импульсы "СИ".

Рассмотрим работу функциональной схемы АБПР (рис.4).

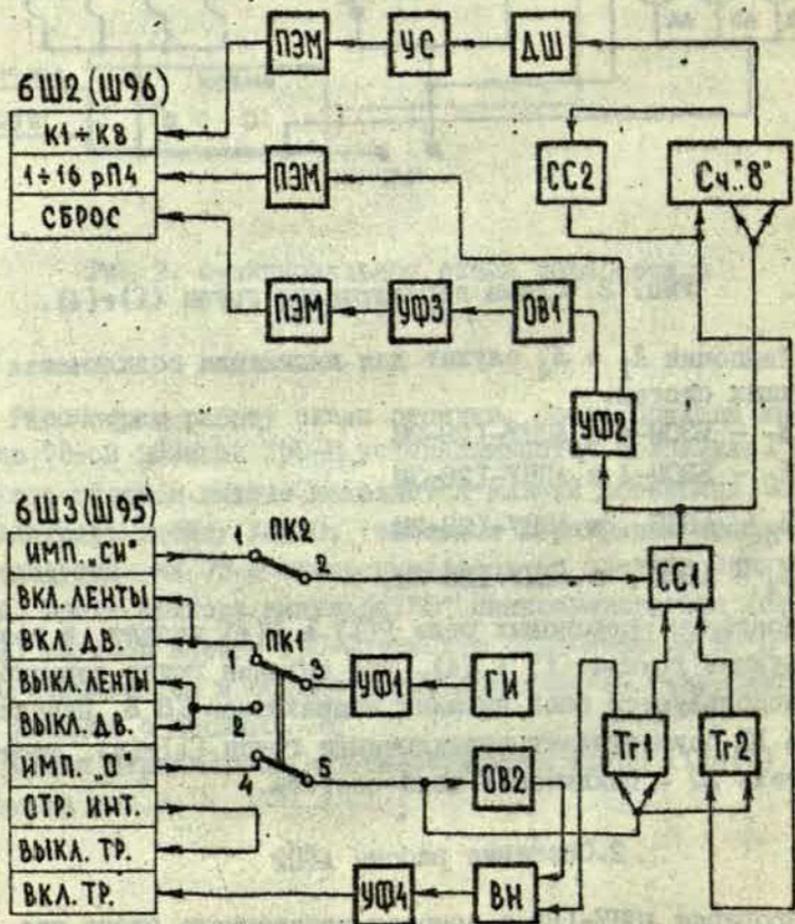


Рис.4. Функциональная схема АБПР.

Переключатель ПК1 устанавливается в верхнем положении (замкнуты контакты 1 и 3). При этом на контакты "вкл.двигат." и "вкл.ленты" разъема 6ШЗ с генератора импульсов (ГИ) через усилитель-формирователь (УФ1) подаются запускающие импульсы; во втором положении ПК1 (замкнуты контакты 2 и 3) эти импульсы, попадая на контакты "выкл.двигат." и "выкл.ленты", останавливают двигатель. Переключатель ПК1, замыкая контакты 1 и 3 одновременно, замыкает контакты 4 и 5. Первый импульс "0" на контакте имп."0", появляется тогда, когда обороты вала знаковых колес близки к номинальным. Этот импульс подается на входы триггеров Тг-1 и Тг-2. Выходы "1" этих триггеров подключены к схеме совпадения (СС1). В зависимости от положения триггера Тг-1 произойдет печать вышеуказанной информации или транспорт бумажной ленты. В первом случае на схему совпадения поданы низкие потенциалы, которые ее открывают, и синхронизирующие импульсы, приходящие с АЦПУ через замкнутые контакты 1 и 2 переключателя ПК2, появляются на выходе схемы совпадения.

Первый импульс "СИ" с выхода схемы совпадения через усилитель-формирователь УФ2, как импульс информации, подается на 16 контактов разъема 6Ш2, которые соединены с 16-ю каналами (1 + 16) печатающего регистра. Каждый канал обслуживает поочередно 8 разрядов строки. Подключение канала к одному из 8-ми усилителей происходит с помощью коммутирующих импульсов (разъем 6Ш2, каналы К1 + К8), которые получают, подавая импульсы "СИ" на триггерный счетчик ("Сч.8"), состоящий из 4 триггеров, а затем их дешифруя (дешифратор ДШ) и формируя (усилители УС, эмиттерные повторители ПЭМ). Первый импульс "СИ" после этого преобразования открывает соответствующие вентили входного регистра АЦПУ, обеспечивая попадание импульса информации на разряды 1, 9, 17, 25, ..., 121, тем самым обеспечивая печатание нулей в этих 16 разрядах (так как первый импульс

"СИ" соответствует знаку 0 на вале знаковых колес). Затем по каналу "Сбр" поступает импульс сброса, который устанавливает все входные триггеры в исходное состояние. Этот импульс получают, пропуская первый импульс "СИ" через одновибратор ОВ1 и усилитель-формирователь УФ3.

Следующий импульс "СИ" после такого же преобразования попадает на разряды 2, 10, 18, 26, ..., 122, в которых печатаются единицы, так как вал знаковых колес повернулся на один ряд символов.

Таким же образом происходит печать до восьмого импульса "СИ", с приходом которого в разрядах 8, 16, 24, 32, ..., 128 печатается символ "7". Девятый импульс "СИ" обеспечивает совпадение на выходе триггерного счетчика и через схему совпадения СС2 обрывает "Сч.8" в начальное положение, а также перебрасывает триггер Тг2 в состояние "0" и следующие импульсы "СИ" через схему совпадения СС1 не проходят.

Таким образом, за один оборот вала знаковых колес происходит печать одного ряда информации:

01234567012345670123...

Во время следующего оборота вала знаковых колес происходит протяжка бумажной ленты на один интервал, что обеспечивается следующим образом: так как импульс "0" на выходе АЦПУ появляется один раз за оборот вала знаковых колес, то следующий импульс "0" перебрасывает триггер Тг1 в состояние "0", и низкий потенциал этого выхода открывает вентиль Вн. Этот же задержанный с помощью одновибратора ОВ2 импульс проходит через открытый вентиль Вн, усилитель-формирователь УФ4 и попадает на контакт "вкл. транспорта бумаги". Выключение транспорта бумаги осуществляет импульс отработки интервала, выдаваемый АЦПУ. С приходом третьего импульса "0" весь процесс повторяется.

Для питания схемы АБПР необходимы три напряжения пи-

тания: + 0,5 в - 7в - 20 в, которые получены с автономного блока питания.

Данное устройство создано и успешно эксплуатируется в Вычислительном центре Латвийского государственного университета им. П. Стучки.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Универсальная полупроводниковая быстродействующая цифровая вычислительная машина БЭСМ-4. Техническое описание, Ч. I, 1966.
2. Алфавитно-цифровое печатающее устройство АЦПУ-128-2М. Техническое описание. 1964.
3. Устройство печатающее алфавитно-цифровое АЦПУ-128-3М. Техническое описание. 1970.

Я.Я.Лацис (ЛГУ им.П.Стучки), А.Г.Ошканис (ЛГУ им.П.Стучки),  
Г.Ф.Пенинберг (ЛГУ им.П.Стучки), А.Ю.Эрдманис (ЛГУ им.П.Стучки)

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРОВЕРКИ ЭЛЕКТРОННЫХ ЯЧЕЕК ЭВМ СЕ-400

Устройство для проверки электронных ячеек (УПЭЯ) предназначено для проверки основных типов электронных ячеек ЭВМ СЕ-400, а также любых других электронных ячеек ЭВМ второго поколения.

Устройство УПЭЯ состоит из следующих основных частей:

- блоков питания (БП),
- генератора сигналов (ГС),
- коммутационного устройства (КУ).

Структурная схема устройства УПЭЯ показана на рис.1.

### I. Блок питания

Блок питания состоит из трех отдельных блоков питания и обеспечивает всеми необходимыми номиналами напряжений проверяемую электронную ячейку (ПЭЯ), генератор сигналов и коммутационное устройство. Блок питания питается от трехфазной сети напряжения 380/220 В с частотой 50 Гц. Выходные номиналы напряжений всех трех блоков питания стабилизированы и имеют электронную защиту от перегрузок.

Первый блок питания обеспечивает всеми необходимыми стандартными номиналами напряжений электронные ячейки, проверяемые либо при помощи сменных коммутаторов, либо через коммутационное поле. Второй блок питания питает электронные ячейки, проверяемые через коммутационное поле.

Основные технические данные названных блоков питания следующие:

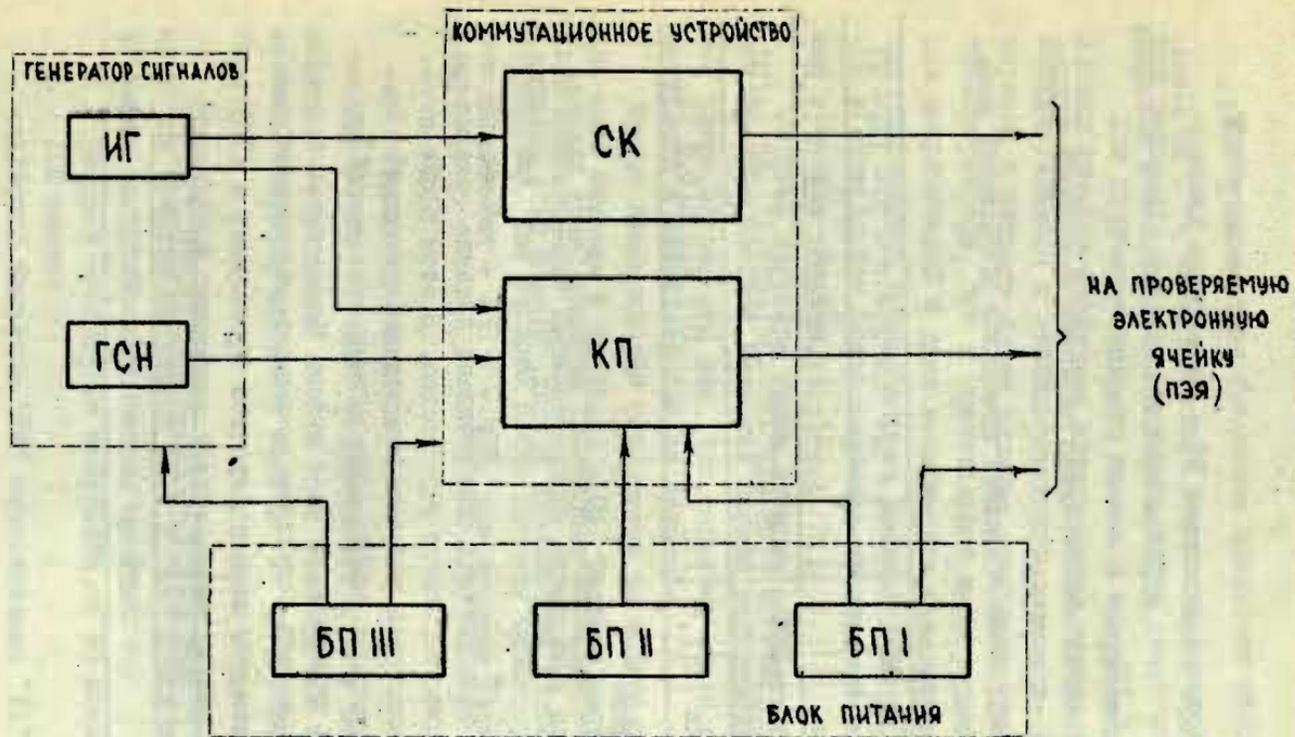


Рис. I. Структурная схема устройства УПЭА.

- пределы изменения номиналов напряжения  $\pm 20\%$ ;
- допустимое изменение токов нагрузки от 0 до  $I_{\max}$ ;
- статическая и динамическая нестабильность выходных напряжений 0,1%;
- допустимая максимальная величина пульсаций выходных напряжений - 20 мВ.

Характеристики отдельных номиналов напряжений даны в таблице:

БП	Выходное напряжение	V	+20	+12	+6	+5	+3	-3	-5	-12	-24
	Ток нагрузки	A	1,0	1,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
БПШ	Выходное напряжение	V	+6,3	+12,6	+18	+30	+36	+43	+45	+55	+100
	Ток нагрузки	A	1,5	1,5	1,5	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,2

Примечание:

выходные номиналы напряжений первого блока питания имеют один общий заземляющий провод, второй блок питания его не имеет.

Третий блок питания обеспечивает питание генератора сигналов и коммутационное устройство. В этом блоке питания не предусмотрена регулировка величины выходного напряжения. Остальные технические данные аналогичны предыдущим блокам питания.

Характеристики отдельных номиналов напряжений даны в таблице:

БПШ	Выходное напряжение	V	+5	+20	+14	-20
	Ток нагрузки	A	1,0	0,5	0,5	0,5

**Примечание:**

номинал напряжения + 5В имеет защиту против увеличения выходного напряжения выше + 5,25В.

Для получения каждого номинала напряжения во всех блоках питания применена классическая схема, состоящая из выпрямительного и стабилизирующего элемента. Для питания первого и второго блока питания применены трехфазные трансформаторы. Это в значительной мере упрощает конструкцию выпрямителей и дает возможность отказаться от применения сглаживающих конденсаторов большой емкости. Выпрямление в этом случае осуществляется трехфазной мостовой схемой с шестью диодами.

Питание третьего блока питания осуществляет однофазный трансформатор с мостовой схемой выпрямления. Выбор такой схемы обусловлен тем, что нагрузка этого блока питания постоянна и незначительна по величине.

Схемы стабилизации рассчитаны на колебания напряжения сети питания в пределах  $\pm 10\%$ . Опорные напряжения для схем стабилизации вырабатываются отдельными источниками напряжения. Для первого блока питания используются опорные напряжения + 40В и - 40В, для второго блока питания - 80В.

## 2. Генератор сигналов

Генератор сигналов обеспечивает подачу на входы проверяемой электронной ячейки всех необходимых входных сигналов. Генератор сигналов состоит из импульсного генератора (ИГ) и генератора синусоидального напряжения (ГСН).

Импульсный генератор обеспечивает выдачу двух сдвинутых по времени импульсов "P1" и "P2" обеих полярностей. ИГ имеет следующие технические данные:

- частота следования импульсов от 50 мсек до 100 мксек;
- задержка импульса "P2" относительно "P1" от 100 нсек до 20 мсек;

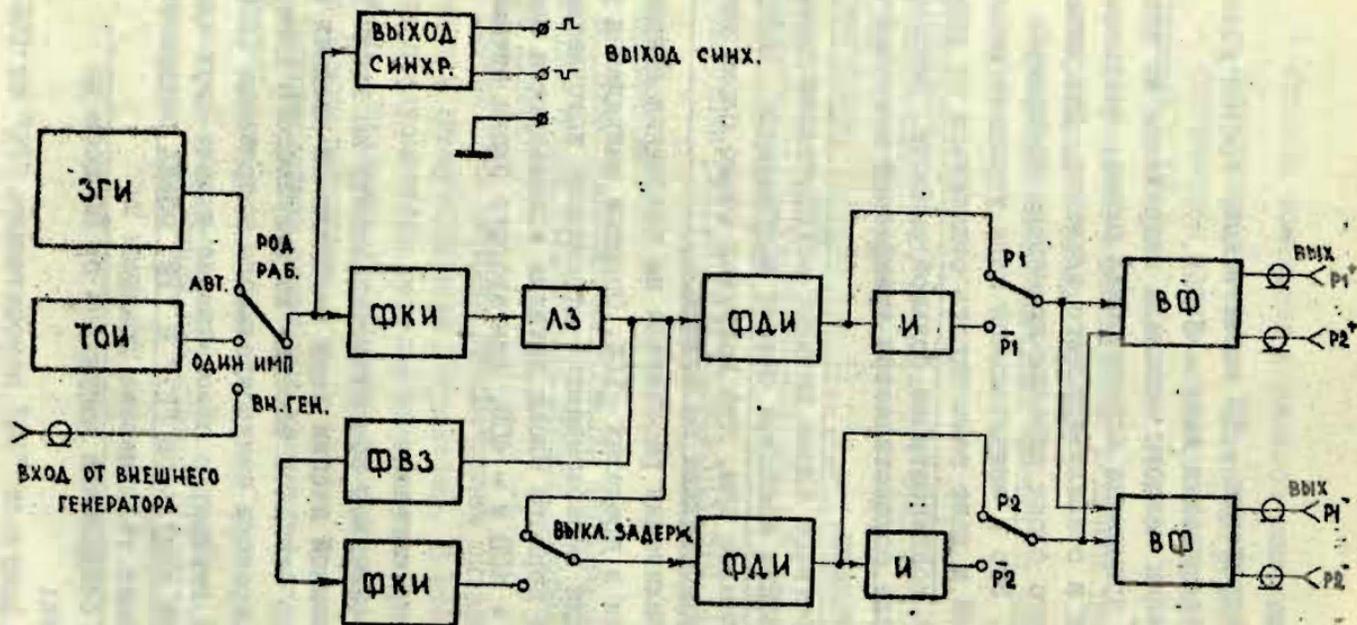


Рис. 2. Функциональная схема генератора импульсов.

- максимальная величина амплитуды выходных импульсов положительных +12В, отрицательных -12В;
- амплитуда выходных синхронизирующих импульсов +5В.

Род работы импульсного генератора - автоколебательный, режим одиночного импульса и режим запуска от внешнего генератора. Функциональная схема ИГ показана на рис. 2.

Импульсный генератор состоит из:

- задающего генератора импульсов (ЗГИ) со ступенчатой и плавной регулировкой частоты следования;
- триггера одиночного импульса (ТОИ);
- двух формирователей коротких импульсов (ФКИ);
- формирователя времени задержки со ступенчатой и плавной регулировкой времени задержки (ФВЗ);
- линии задержки (ЛЗ);
- формирователей длительности импульсов (ФДИ) P1 и P2 со ступенчатой и плавной регулировкой длительности;
- инверторов (И);
- выходных формирователей положительных и отрицательных импульсов (ВФ) со ступенчатой и плавной регулировкой амплитуды импульсов.

В ИГ предусмотрены: вход от внешнего генератора импульсов, выход положительных и отрицательных синхронизирующих импульсов и отдельные выходы положительных и отрицательных импульсов P1 и P2 [1].

Все функциональные узлы импульсного генератора, кроме выходных формирователей, выполнены на базе логических микросхем К1ЛБ553 и К1ЛБ554 [2].

Переключатель "РОД РАБ" осуществляет переключение работы, - автоколебательный "АВТ", от внешнего генератора "ВН.ГЕН" и одиночными импульсами "ОДИН.ИМП". В режиме работы от внешнего генератора частоту следования выходных импульсов определяет частота настройки внешнего генератора. В режиме работы "ОДИН.ИМП." запуск импульсного генератора осуществляется нажатием кнопки, перебрасывающей триггер одиночного импульса.

Задающий генератор построен по схеме мультивибратора с выхода которого снимаются симметричные импульсы с плавно и ступенчато регулируемой частотой [3,4]. Далее эти импульсы подаются на формирователи коротких импульсов, которые выдают импульсы длительностью 100 мсек для запуска формирователей длительности выходных импульсов и формирователя времени задержки. Время задержки между импульсами регулируется ступенчато и плавно. Линия задержки предусмотрена для опережения синхронизирующими импульсами на 30 мсек основных выходных импульсов.

Регулировка длительности выходных импульсов  $P_1$  и  $P_2$  осуществляется для каждого импульса отдельно, ступенчато и плавно. Переключатели " $\overline{P_1}$ " и " $\overline{P_2}$ " предназначены для инвертирования выходных импульсов.

Выходные формирователи положительных импульсов выполнены на транзисторах КТ 316А, а отрицательных - на транзисторах КТ 326Б, регулировка амплитуды осуществляется ступенчато и плавно.

Генератор синусоидального напряжения выдает синусоидальное напряжение с частотой от 10 Гц до 1 МГц и максимальной амплитудой 5В. Схема генератора синусоидального напряжения приведена на рис.3.

Генератор синусоидального напряжения построен по схеме "моста Вина". Регулировка частоты выходного напряжения осуществляется ступенчато и плавно. Регулировка амплитуды выходного напряжения также осуществляется ступенчато и плавно. Выходное напряжение "вых. sin" подается на коммутационное устройство.

Для проверки электронных ячеек считывания сигналов от магнитных головок необходимо синусоидальное напряжение частотой 32 кГц и величиной в несколько десятков милливольт. Для этой цели применен специальный трансформатор, гальванически отсоединенный от земли. Необходимое синусоидальное напряжение снимается со вторичной обмотки этого трансформатора. Выходное напряжение "sin" также пода-

ется на коммутационное устройство.

В генераторе синусоидального напряжения предусмотрен выход синхронизации.

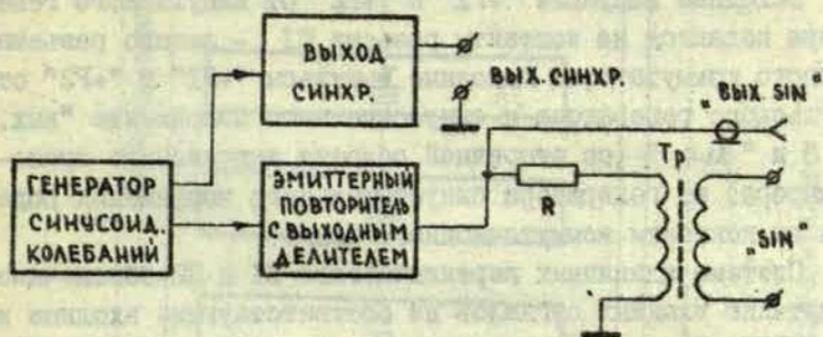


Рис.3. Функциональная схема генератора синусоидального напряжения.

### 3. Коммутационное устройство

Задача коммутационного устройства - подать на входы проверяемой электронной ячейки (ПЭЯ) все необходимые входные сигналы от генератора сигналов, подключение к выходным цепям ПЭЯ эквивалентов нагрузки, подача необходимых номиналов напряжения питания от блоков питания и подключение осциллографа к выходным и входным цепям ПЭЯ.

Коммутационное устройство содержит систему проверки ПЭЯ при помощи сменных коммутаторов (СК) и коммутационного поля (КП). Структурная схема коммутационного устройства показана на рис.4. С помощью 40 типов различных сменных коммутаторов возможна проверка около 60 типов более употребляемых электронных ячеек ЭМ 6Е-400, а также электронных ячеек, которые чаще всего попадают на ремонт.

Сменный разъем вставляется в гнездо разъемов Ш1 и Ш2. В гнездо разъема Ш3 (стандартный разъем ЭВМ GE-400) вставляется ПЭЯ. Для проверки электронных ячеек с разъемами других типов (не более 53 контактов) предусмотрены специальные переходные разъемы, вставляемые в гнездо разъема Ш4.

Выходные импульсы "+P1" и "+P2" от импульсного генератора подаются на контакты разъема Ш1 - левого разъема сменного коммутатора. Выходные импульсы "+P1" и "+P2" от импульсного генератора и синусоидальное напряжение "вых. sin" и "sin" (со вторичной обмотки импульсного трансформатора) от генератора синусоидального напряжения подается на контакты коммутационного поля.

Система клавишных переключателей П1 и П2 обеспечивает коммутацию входных сигналов на соответствующие входные контакты ПЭЯ. Клавишные переключатели П3 и П4 осуществляют подключение эквивалентов нагрузок к выходным контактам ПЭЯ. Переключатель П4 также осуществляет коммутацию цепей эквивалентных нагрузок, выведенных на коммутационное поле.

Контакты правой части гнезда сменного коммутатора - разъема Ш2 параллельно связаны с контактами разъемов Ш3 и Ш4 и контактами I + 5I коммутационного поля. Таким образом, установкой сменного коммутатора в гнездо разъемов Ш1 и Ш2, происходит автоматическая подача входных сигналов на необходимые контакты ПЭЯ. Через клавишные переключатели П1, П2 и П3 осуществляются все межблочные соединения ПЭЯ и подключение осциллографа.

Все выходные номиналы напряжений питания от БП1 и БП2 подаются на контакты коммутационного поля, а стандартные номиналы напряжения (-12В, -3В, +3В, +6В, +12В) - через плату герконов (ПГ) на разъем Ш3 ПЭЯ. Подачу стандартных номиналов питания на ПЭЯ запрещает специальная система блокировки.

Проверка мало употребляемых электронных ячеек ЭВМ GE-400, а также других транзисторных электронных ячеек

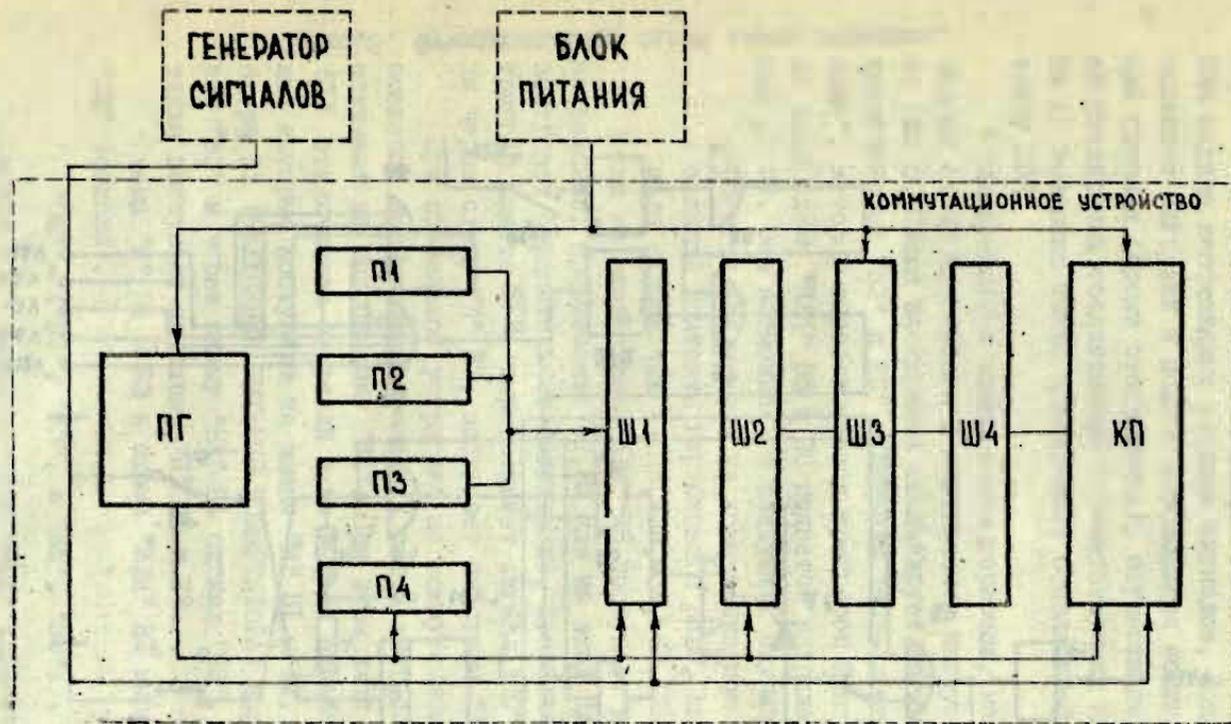


Рис.4. Структурная схема коммутационного устройства.

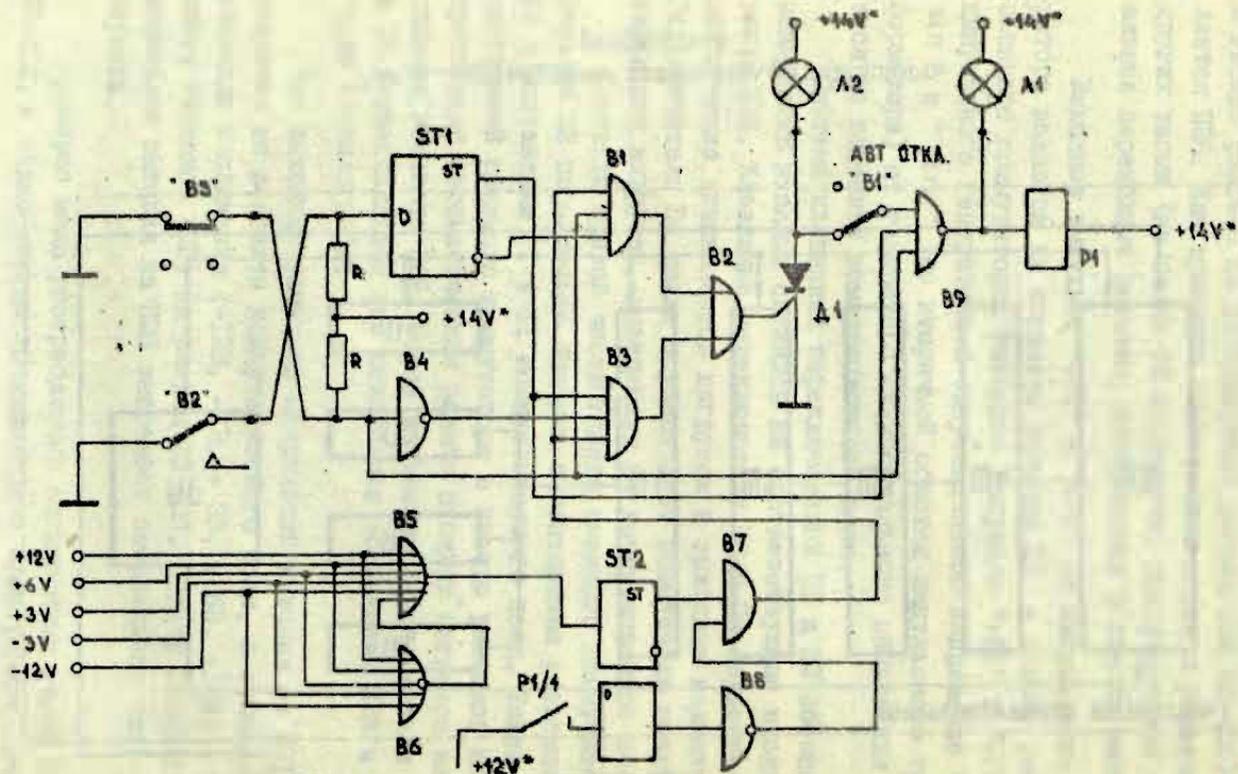


Рис. 5. Функциональная схема платы герконов.

осуществляется на коммутационном поле. В этом случае на ПЭЯ подача необходимых входных сигналов, подключение эквивалентов нагрузки и подача необходимых номиналов напряжений питания (кроме стандартных), осуществляется коммутацией штекерными соединениями соответствующих контактов КП. На КП возможно также подключение осциллографа к любому контакту ПЭЯ.

Функциональная схема платы герконов, на которой размещена схема блокировки и эквиваленты нагрузок, показана на рис.5. Схема блокировки анализирует логическое состояние выключателей "В2" и "В3" и сигнала "НС" - "неисправное состояние", который вырабатывается триггером Шмитта ST2, если на вход схемы "ИЛИ" В5 и В6 подается напряжение, превышающее  $\pm 2,8\text{В}$ . Это возможно в следующих случаях:

- имеются соединения на коммутационном поле;
- залипли контакты герконового реле, включающие номиналы напряжения (-12В, -3В, +3В, +6В, 12В).

Если на вход схемы "ИЛИ" В5 поступает положительное напряжение, превышающее +2,8В или на вход схемы "ИЛИ" В6 поступает отрицательное напряжение, превышающее -2,8В, то триггер Шмитта ST2 вырабатывает сигнал "НС", который, пройдя через схему "И" В7, поступает на схемы "И" В1 и В2.

При правильной установке на коммутационном устройстве сменного коммутатора последний своим выступом блокировки нажимает на микрокнопку "В2". При этом вход триггера Шмитта ST1 отключается от земли и на выходе вырабатываются сигналы, которые поступают на схемы "И" В1 и В2. Включение тумблера В3 (ВКЛЮЧЕНИЕ ПИТАНИЯ КОММУТАТОРА) вырабатывает сигнал "В3" и через схему "НЕ" В4 сигнал "В3". Эти сигналы также поступают на схемы "И" В1 и В3.

Схемы "И" В1 и В3 и схема "ИЛИ" В2 вырабатывают сигнал "ОШ" (ошибка).

$$\text{"ОШ"} = (\text{"В2"}, \text{"В3"}, + \text{"В2"}, \text{"В3"}) \cdot \text{"НС"} \quad (1)$$

Сигнал "ОШ" инвертируется, через тиристор Д1 и через контакты тумблера "В1" поступает на схему "И" В9, на ко-

тору поступают также сигналы "В2" и "В3". В результате вырабатывается сигнал "ВКЛ".

$$\text{"ВКЛ"} = \text{"В2"} \cdot \text{"В3"} \cdot \text{"ОШ"} \quad (2)$$

Формула (2) определяет условия, при которых вырабатывается сигнал "ВКЛ", в результате чего замыкаются контакты герконового реле Р1 и подается напряжение питания на ПЭЯ. После включения Р1 замыкается контакт Р1/1 и заряжается конденсатор.

При выключении напряжения питания тумблером "В" герконового реле Р1 выключается. Постоянная времени задержки D определяет время задержки выключения инвертора В8. Эта задержка ( $\sim 7$  сек.) не позволяет выработать сигнал "ОШ" на время, необходимое для разряда фильтрующих конденсаторов цепей питания ПЭЯ. В случае необходимости тумблером "В1" на плате герконов П3 можно отключить подачу сигнала "ОШ" на схему "И" В9. Описанное устройство создано в Вычислительном центре Латвийского государственного университета им. П. Стучки и успешно эксплуатируется в Вычислительных центрах Всесоюзного научно-технического информационного центра, Всесоюзного объединения "Запчастьэкспорт" и Московского автозавода им. И. А. Лихачева.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гутников В.С. Интегральная электроника в измерительных приборах. Л., "Энергия", 1974.
2. Справочник по полупроводниковым диодам, транзисторам и интегральным схемам. Под общ. ред. Горина Н.Н., М., "Энергия", 1972.
3. Kühn E., Schmied H. Integrierte Schaltkreise. VEB Verlag Technik, Berlin, 1972.
4. Haberlandt K.H. Eigenschaften und Anwendung der Schaltkreisserie 10. - "Radio Fernsehen Elektronik", 1972, No. 21, 23, 24, 1973, No. 17.

А.П.Спалвинь (РПИ), В.Б.Атлявинас (ЛГУ им.П.Стучки),  
Ф.П.Звиргздиньш (РПИ), А.Ф.Мачанс (РПИ)

ВОПРОСЫ ОРГАНИЗАЦИИ ОБМЕНА ИНФОРМАЦИЕЙ И  
СООТВЕТСТВУЮЩАЯ СИСТЕМА КОМАНД В ГИБРИДНОЙ  
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ ТИПА "СЕТКА-ЦВМ" НА  
БАЗЕ ЕС ЭВМ

Гибридная вычислительная система (ГВС) типа "сетка-ЦВМ" используется для решения линейных и нелинейных задач теории поля по итерационным алгоритмам. В качестве моделирующей среды в аналоговом процессоре (АП) гибридной системы используется сетка, состоящая из кодоуправляемых проводимостей. В трехмерной сетке кодоуправляемые проводимости связывают соседние узловые точки вдоль трех осей координат. К каждой узловой точке подключен кодоуправляемый источник тока, служащий для ввода необходимого тока в данную узловую точку. В один модуль объединено 128 узловых точек, размеры которого по координатам равны соответственно 16 x 8 x 1. Необходимая конфигурация среды создается путем соединения этих модулей.

К каждой узловой точке любого модуля при помощи коммутатора узловых точек можно подключить автоматическое измерительное устройство, которое измеряет потенциал узловой точки, преобразует его в код соответствующего элемента вектора поправки и пересылает его в ЦВМ [2,6].

Предлагаемая система команд обмена информацией в ГВС типа "сетка-ЦВМ" ориентирована на использование в качестве базы электронной вычислительной машины Единой системы (ЕС ЭВМ). Аналоговый процессор ГВС подключается к селекторному каналу.

При решении задач на ГВС с кодоуправляемыми проводимостями и токвододами осуществляется пересылка массивов кодов проводимостей и массива кодов корректирующих токов

из основной памяти (ОП) в моделирующую среду АП, а из аналогового процессора в ОП пересылается массив вектора поправок.

Система команд обмена связана со структурой пересылаемых массивов. Рассмотрение системы обмена с внешними устройствами посредством селекторного канала ВС ЭВМ, показывает, что за одно обращение к аналоговому процессору желательно пересылать как можно больший массив информации. Это позволяет более эффективно использовать время обмена в связи с сокращением времени, затрачиваемого на начальную выборку АП, а также уменьшает время, затрачиваемое на его подготовку к приему информации.

Кроме этого, необходимо учесть структуру пересылаемого массива и время, затрачиваемое на его подготовку. Существует связь между структурой пересылаемого массива и аппаратной реализацией способа занесения этого массива в АП. Эту связь можно проследить при рассмотрении занесения информации в моделирующую среду в ГВС типа "Омега", "Сатурн" и "Сатурн-2". В этих системах для организации достаточно быстрого занесения информации при используемой элементной базе, приходилось затрачивать много времени на создание необходимой структуры массива [3,4].

Для сокращения времени подготовки массива и оптимизации аппаратной реализации процессов занесения и считывания информации выбран такой способ обмена, при котором занесение кодов осуществляется поочередно во все узловые точки одного модуля, начиная с заданного начального адреса, затем происходит автоматический переход на следующий модуль и т.д. до тех пор, пока не будет достигнут адрес конечной заданной узловой точки. Причем вначале заносится во все указанные узловые точки массив одного параметра, например, массив кодов проводимостей вдоль оси X, затем заносится следующий параметр, например, массив кодов проводимостей вдоль оси Y и т.д. Такая организация обмена

требует раздельного расположения пересылаемых массивов всех параметров. Раздельное расположение массивов облегчает их обработку и подготовку.

В зависимости от вида решаемой задачи коды, составляющие массив проводимостей, могут быть одинаковые или различные. В первом случае нет необходимости занимать селекторный канал пересылкой одинаковых кодов. Достаточно в аналоговый процессор передать один код нужного параметра и адреса начальной и конечной узловых точек, в которые этот параметр надо занести. Дальнейшее занесение во все выбираемые узловые точки осуществляет сам аналоговый процессор в циклическом режиме, который назовем режим 1. Во втором случае, когда массив состоит из различных кодов одного параметра, необходимо пересылать весь массив, т.е. в АП устанавливается режим приема кодов из канала и последовательное занесение их в соответствующие узловые точки. Такое занесение параметров назовем режимом 2.

При решении линейных задач методом итераций на ГВС большая часть времени обмена затрачивается на пересылку кодов массива корректирующих токов и массива вектора поправок, а при решении нелинейных задач к этим массивам прибавляется еще и массив кодов проводимостей, который может изменяться при переходе от предыдущей итерации к последующей. Поэтому рассмотрим более подробно команды обмена, связанные с пересылкой упомянутых выше массивов для реализации предложенной организации обмена информацией в ГВС.

Кодировка команд обмена в ГВС на базе ЕС ЭМ рассмотрена в работе [5], поэтому в данной работе вопроса кодирования касаться не будем.

Для установки режима занесения кодов проводимостей используются две команды "Установка режима 1" и "Установка режима 2". Эти команды относятся к операциям с немедленным ответом, т.к. для их выполнения не требуется пересылки информации, а сама установка режима осуществляется

практически мгновенно в соответствии с переданным в аналоговый процессор кодом команды. Для выполнения этих двух команд требуется только запуск последовательности сигналов начальной выборки. Команды задания режима позволяют быстро изменять режим работы аналогового процессора.

Рассмотрим команду задания адреса узловых точек. Предположим, что моделирующая среда состоит из 4-х модулей. Для задания адреса одной из 128 узловых точек модуля требуется 7 битов, а для задания одного из 4-х модулей необходимо 2 бита. Следовательно, для задания адреса любой узловой точки требуется 9 битов. Поскольку в ЕС ЭВМ единицей обмена со внешними устройствами является 8-ми битовый байт, то для пересылки в аналоговый процессор адреса узловой точки требуется 2 байта. В двух байтах будет занято только 9 битов, а оставшиеся 7 битов можно использовать для задания номеров добавляемых модулей при увеличении размеров моделирующей среды. В соответствии с описанной организацией обмена удобно одной командой "Установка адресов" задавать адреса начальной и конечной узловых точек. Это означает, что при выполнении команды "Установка адресов" должно пересылаться четыре байта информации: первые два байта содержат адрес начальной узловой точки и заносятся в аналоговом процессоре в регистр начального адреса, а вторые два байта содержат адрес конечной узловой точки и заносятся в регистр конечного адреса.

Для занесения кодов массивов проводимостей вдоль оси  $X(G_x)$ , вдоль оси  $Y(G_y)$ , вдоль оси  $Z(G_z)$ , а также массива кодов корректирующих токов ( $I$ ) используются следующие команды:

- Занесение  $G_x$  ;
- Занесение  $G_y$  ;
- Занесение  $G_z$  ;
- Занесение  $I$ .

Структура пересылаемых массивов должна соответствовать аппаратной реализации занесения информации поочеред-

но в узловые точки одного модуля, а затем переход на следующий модуль. Следовательно, перед занесением этих массивов в АП, они должны быть преобразованы таким образом, чтобы вначале следовали элементы массива, относящиеся к последовательным узловым точкам одного модуля, затем должны следовать элементы, относящиеся к узловым точкам следующего модуля и т.д. Такая структура массива, хотя и требует некоторого времени на формирование, но зато позволяет занести весь массив одного параметра при помощи одной, соответствующей данному параметру, команды. Если все перечисленные массивы заносятся в одни и те же узловые точки моделирующей среды, то достаточно установить адреса начальной и конечной узловых точек один раз перед занесением первого массива. При переходе от одной узловой точки к другой модифицируется только начальный адрес, а конечный остается неизменным. Поэтому перед занесением массива достаточно в отдельном регистре сохранить адрес начальной узловой точки, а только после этого начинать его модификацию. При переходе к занесению последующих массивов необходимо аппаратно переписывать адрес начальной узловой точки из регистра сохранения в регистр, где он будет модифицироваться.

После занесения всех информационных массивов в аналоговом процессоре в течение некоторого времени будет протекать переходной процесс. Считывание значения потенциалов в узловых точках можно начинать только после окончания переходного процесса. Для того, чтобы исключить возможность считывания во время протекания переходного процесса, необходимо заблокировать аналоговый процессор на время переходного процесса. Для этого можно использовать команду "Холостой ход", которая задает временную задержку после занесения информации в аналоговый процессор и устанавливает в устройстве управления аналоговым процессором признак, что команда "Холостой ход" выполнялась.

При получении команды "Считывание", АП вначале про-

веряет наличие упомянутого признака выполнения команды "Холостой ход". Если этот признак имеется, то аналоговый процессор сразу переходит к измерению потенциалов узловых точек моделирующей среды, преобразованию их в код поправки и пересылке этих кодов в канал. Если признак отсутствует, то вначале задается временной интервал, соответствующий максимальной длительности переходного процесса, по истечении которого вновь устанавливается признак отработки временного интервала. После этого можно начинать процесс считывания.

Кроме перечисленных команд имеется еще ряд команд, которые участвуют в подготовке АП к работе, анализируют его состояния и осуществляют контроль. Но поскольку эти команды или могут не использоваться при нормальной работе аналогового процессора или занимают незначительное время во всем процессе обмена, то в данной работе они не рассматриваются.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Овсиков С.В., Спалвинь А.П. Вопросы построения гибридной вычислительной системы. - В кн.: Методы и средства решения краевых задач. Рига, 1970, с.173-179.
2. Блейер А.Ф., Спалвинь А.П. Некоторые возможности распределения операций по блокам гибридной вычислительной системы (ГВС). - В кн.: Вычислительная техника и краевые задачи. Вып. 16, Рига, РПИ, 1974, с. 28-33.
3. Пчелинцев И.А., Родэ В.С. Организация обмена информацией в гибридной вычислительной системе для решения краевых задач теории поля. - В кн.: Методы и средства решения краевых задач. Рига, 1970, с.195-200.
4. Мирошкин В.А., Козлов Э.С., Николаев Н.С. Некоторые структурные особенности АЦВК "Сатурн-2". - В кн.: Вычислительная техника и краевые задачи. Вып.15, Рига, РПИ, 1973, с. 36-48.

5. Спалвинь А.П., Атлавинас В.Б., Родэ В.С. Вопросы подготовки системы модифицированных команд обмена в гибридной вычислительной системе с учетом организации обмена информацией в ЕС ЭВМ.- В кн.: Вопросы усовершенствования и эксплуатации электронных вычислительных машин. Вып. I, Рига, ЛГУ, 1975, с.54-57.
6. Атлавинас В.Б. Вопросы сопряжения аналогового и цифрового процессоров при создании гибридной вычислительной системы на базе Единой системы ЭВМ.- В кн.: Вычислительная техника и краевые задачи. Вып.18, Рига, РПИ, 1977, с.72-79.

ОГЛАВЛЕНИЕ

✓ Атлавинас В.Б. Длительность одной итерации при решении линейной краевой задачи на гибридной вычислительной системе .....	3
✓ Везис Я.Я. Структурное описание для синтеза знаков .....	12
✓ Вейландо А.Р., Градовский Х.А., Санс А.К. Устройство ввода информации в ЭВМ БЭСМ-4 на базе УВУ-601 .....	19
✓ Лацис Я.Я., Траванс Э.Я. Устройство переключения и автономной проверки выводных устройств АППУ-128 ЭВМ БЭСМ-4 ...	25
✓ Лацис Я.Я., Ошкалис А.Г., Пениньберг Г.Ф., Эрдманис А.Ю. Устройство для проверки электронных ячеек ЭВМ GE-400 .....	34
Спалвинь А.П., Атлавинас В.Б., Звиргздиньш Ф.П., Мачанс А.Ф. Вопросы организации обмена информацией и соответствующая система команд в гибридной вычислительной системе типа "Сетка-ЦВМ" на базе ЕС ЭВМ .....	47

42 1977

ВОПРОСЫ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ  
ЭЛЕКТРОННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН

Выпуск 2

Межвузовский сборник научных трудов

Редакторы: Я. Даубе, Р. Довгополова  
Технический редактор Я. Лацис  
Корректор Н. Кройберга

Латвийский государственный университет им. П. Стучки  
Рига 1977

---

Подписано к печати 25.04.1977. ЯТ I2III. Зак. № 660,  
Бумага №1. Ф/б 60x84/16. 3,8 физ. печ. л. 2,5 уч.-изд. л.  
Тираж 350 экз. Цена 25 к.

---

Отпечатано на ротавриете, Рига-50, ул. Вейденбаума, 5  
Латвийский государственный университет им. П. Стучки