

В.Ф. ФЕДЕЛОВ

НЕКОТОРЫЕ ПРОГРАММЫ ДЛЯ АНАЛИЗА СЕТЕВЫХ ГРАФИКОВ

Описанные в данной статье программы реализуют алгоритмы, изложенные в [1] и [2].

Программы для нахождения критического пути и упорядочения вершин графа по резерву времени

Сетевым графиком называют ориентированный граф G , не имеющий контуров, каждой дуге (i, j) которого приписано число $t_{ij} \geq 0$. t_{ij} - длина дуги. Мы будем считать длины дуг целыми.

Длиной пути из вершины i в вершину j называется сумма длин входящих в него дуг. Критическим путем называется путь наибольшей длины. Для каждой вершины графика определяются следующие величины:

$A(i)$ - максимальная длина пути, заканчивающегося в вершине i ;

$B(i)$ - максимальная длина пути, начинающегося в вершине i .

Тогда длина S критического пути находится так:

$$S = \max_{i \in G} A(i) = \max_{i \in G} B(i)$$

Для каждой вершины $i \in G$ можно определить величину $R[i]$:

$$R[i] = s - A[i] - B[l],$$

называемую резервом времени данной вершины. Все вершины, лежащие на критических путях, и только они, имеют нулевой резерв $R[i] = 0$. Величина $T[i] = s - B[l]$ определяет самый поздний срок наступления события i , допустимый графом.

Ниже следует описание алгоритма и его реализация. Алгоритм описан по частям, и величины, описанные однажды, сохраняют свой смысл для всех последующих частей алгоритма.

L1 : начало примечание Эта часть алгоритма определяет длину s критического пути. При этом для каждой вершины l вычисляются величины $A[l]$ и $B[l]$. Число дуг графика N , число вершин M . График задан списками длин дуг D , начал дуг H , концов дуг K так, что информация, находящаяся на l -том месте каждого списка, относится к одной и той же дуге графика.

целый M, N, i, j ;

целый массив $D[1:N], H[1:N], K[1:N], A[1:M], B[1:M]$;

для $i := 1, \dots, M$ цикл начало $A[i] := 0; B[i] := 0$ конец ;

$F0$: $s := 0$; для $i := 1, \dots, N$ цикл начало

если $A[H[i]] + D[i] > A[K[i]]$ то начало

$A[K[i]] := A[H[i]] + D[i]; s := 1$ конец ;

если $B[K[i]] + D[i] > B[H[i]]$ то начало

$B[H[i]] := B[K[i]] + D[i]; s := 1$ конец конец цикла ;

если $s = 1$ то на $F0$;

$F01$: для $i := 1, \dots, M$ цикл если $A[i] > s$ то

$s := A[i]$ конец $L1$;

L2 : начало примечание Этот оператор для каждой

вершины i графа вычисляет величины $R[i]$ и $T[i]$;

целый массив $R[1:M]$, $T[1:M]$;

для $i := 1, \dots, M$ цикл начало $T[i] := s - B[i]$; $R[i] := T[i] - A[i]$

конец

конец L2 ;

L3 : начало примечание Этот оператор упорядочивает вершины по возрастанию резерва времени, вычеркивая вершины с резервом, большим заданного барьера δ . I - упорядоченный список вершин:

$$R[I[k]] \leq R[I[k+1]] \leq \delta .$$

Для вершин, включенных в список I , строятся массивы $T1$ и $R1$: вершине с номером $I[k]$ отвечает резерв времени $R1[k]$ и величина $T1[k]$ - самый поздний допустимый графом срок наступления события $I[k]$. $U[l]$ - счетчик вершин с резервом l , $l = 0, 1, \dots, \delta$;

F1: целый δ, p, l, j ;

целый массив $U[0:\delta]$;

для $l := 0, \dots, \delta$ цикл $U[l] := 0$;

$j := 0$; для $i := 1, \dots, M$, цикл если $R[i] \leq \delta$ то

начало $U[R[i]] := U[R[i]] + 1$; $j := j + 1$ конец ;

$$l := U[0] ; U[0] := 1 ;$$

для $i := 1, \dots, \delta$ цикл начало $p := U[i]$; $U[i] := l + U[i-1]$;

$l := p$ конец ;

F2 : начало целый массив $T1[1:j]$, $R1[1:j]$, $I[1:j]$

для $i = 1, \dots, M$ цикл если $R[i] \leq \delta$ то начало

$$I[U[R[l]]] := l; R[I[U[R[l]]]] := R[l];$$

$$T1[U[R[i]]] := T[i]; U[R[i]] := U[R[i]] + 1 \quad \text{конец} \quad \text{конец} \quad F2 \quad ;$$

конец L3 ;

L4 : начало примечание Этот оператор упорядочивает вершины с нулевым резервом по возрастанию позднего срока выполнения событий (массив $T1$). $I1$ - упорядоченный указанным способом список вершин. Для вершин, включенных в список $I1$, строится массив $T2$: вершине с номером $I1[\kappa]$ отвечает $T2[\kappa]$ - самый поздний срок выполнения $I1[\kappa]$;

целый массив $\Phi[0:s], T2[1:U[0]], I1[1:U[0]]$;

для $i := 0, \dots, s$ цикл $\Phi[i] := 0$;

для $i := 1, \dots, U[0] - 1$ цикл $\Phi[T1[i]] := \Phi[T1[i]] + 1$;

$$l := \Phi[0]; \Phi[0] := 1;$$

для $i := 1, \dots, s$ цикл начало $p := \Phi[i]; \Phi[i] := \Phi[i-1] + l$;

$l := p$ конец цикла;

для $i := 1, \dots, U[0] - 1$ цикл начало

$$T2[\Phi[T1[i]]] := T1[i]; I1[\Phi[T1[i]]] := I[i]; \Phi[T1[i]] := \Phi[T1[i]] + 1$$

конец цикла ;

конец L4 ;

Пр и м е р. Пусть график, изображенный на рис. 1, задан списком дуг:

(1,3), (5,2), (3,2), (1,5), (4,2), (1,4).

Длины этих дуг суть, соответственно:

2, 5, 2, 6, 7, 5.

Нужно найти критический путь и упорядочить вершины по резерву времени с барьером $\delta = 2$.

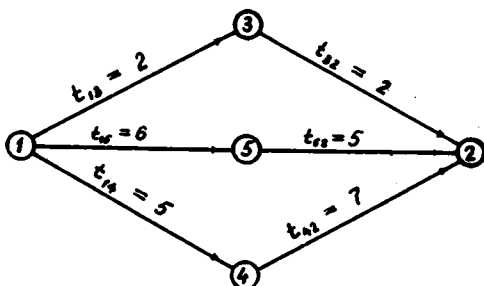


Рис.1

В этом примере $N = 6, M = 5$.

Построим массивы H, K и D , отвечающие этому списку дуг. Числа $H[i]$ и $K[i]$ суть, соответственно, номер начала и номер конца i -той дуги списка. $D[i]$ - длина i -той дуги списка. Итак,

массив $H[1:5]$ состоит из чисел: 1, 5, 3, 1, 4, 1;

массив $K[1:5]$ - из чисел: 3, 2, 2, 5, 2, 4;

массив $D[1:6]$: 2, 5, 2, 6, 7, 5.

После работы оператора $L1$ мы получим: массив $A[1:5]$ состоит из чисел 0, 12, 2, 5, 6; массив $B[1:5]$ - 12, 0, 2, 7, 5. Длина s критического пути равна 12.

Далее выполняется оператор $L2$, результатом работы которого являются массивы

$T[1:5]$ - 0, 12, 10, 5, 7 и

$R[1:5]$ - 0, 0, 8, 0, 1.

Выполняется оператор $L3$. После работы части $F1$ имеем: $j = 4$; $U[0:2] = 1, 4, 5$.

После работы $F02$:

$T1[1:4]$ - 0, 12, 5, 7,

$I[1:4]$ - 1, 2, 4, 5,

$R1[1:4]$ - 0, 0, 0, 1

и массив $U[0:2]$ состоит из чисел: 4, 5, 5.

После выполнения оператора $L4$ получаем:

$T2[1:3]$ - 0, 5, 12,

$I1[1:3]$ - 1, 4, 2.

Алгоритм выполнен полностью. Результатом его работы являются три списка:

1. Массив / номеров вершин - 1, 4, 2, 5. В начале этого массива находится упорядоченный массив // критических вершин.

2. Резервы времени этих вершин - 0, 0, 0, 1.

3. Поздние сроки выполнения событий для этих вершин - 0, 5, 12, 7.

А. Исходные данные программы I и их кодировка

В качестве исходных для программы (Приложение I) необходимы следующие данные: график, заданный списком дуг с указанием их длин, число M (*), число дуг N , число δ -барьер для упорядочения по резерву времени. Информация об одной дуге является одним 45-разрядным кодом и включает в себя: номер начала дуги, номер конца дуги и ее длину. Все эти величины указываются в десятичной системе и располагаются следующим образом: разряды 1-16 (четыре десятичных цифры) отводятся на номер конца дуги, разряды 17-32 на номер начала дуги, и разряды 33-42 на длину дуги, причем длина дуги не должна превышать 199. Список дуг располагается последовательно на перфокартах

$C-1, \dots, C-L$. В конце этого массива помещается его контрольная сумма. Параметры задачи M, N и δ указываются следующим образом: на перфокарте В-1 располагаются числа M и N в восьмеричной системе в первых адресах двух последовательных кодов:

0	00	$M_{(8)}$	0000	0000
0	00	$N_{(8)}$	0000	0000
0	00	$M + N$	0000	0000 $\kappa \Sigma$

На карте В-2 помещаются числа δ и M :

0	00	0000	$\delta_{(8)}$	0000
0	00	$M_{(8)}$	0000	0000

*) Вершины нумеруются числами, начиная с 1. M - наибольший номер вершины.

Отметим, что на карте В-1 указывается контрольная сумма, а на карте В-2 сумма не указывается.

Посмотрим, каким образом выглядят на бланках для перфорации исходные данные описанного выше примера. Напомним их: число вершин $M = 5$, число дуг $N = 6$, $\delta = 2$. Дуги графика (1,3), (5,2), (3,2), (1,5), (4,2), (1,4). Соответственно, их длины: 2, 5, 2, 6, 7, 5.

Запись для перфорации

Адрес	Команды и числа					Пояснения	№ поз.
	+++	00	200	010	003		C-I
1	+++	00	500	050	002		2
2	+++	00	200	030	002		3
3	+++	00	600	010	005		4
4	+++	00	700	040	002		5
5	+++	00	500	010	004		6
6	0	00	6000	0360	0013	кΣ	7
	0	00	0005	0000	0000		B-I
1	0	00	0006	0000	0000		2
2	0	00	0013	0000	0000	кΣ	3
	0	00	0000	0002	0000		B-2
1	0	00	0005	0000	0000		2

Описание программы I и рабочих полей

Подпрограмма А (карты А-1 - А-4, занимает ячейки 0010 - 0054) вводит исходные данные, переводит их в двоичную систему и подготавливает для дальнейшей обработки. Обработанные исходные данные располагаются последовательно, начиная с ячейки 0140 и имеют следующий вид:

0 00	t_{ij}	i	j
КОП	IA	IIA	IIIA

где t_{ij} - длина дуги (i, j),
 i - номер начала дуги,
 j - номер конца дуги.

Подпрограмма D (карты D-1 - D-5, занимает вместе с формирующей частью ячейки 0006 - 0060) выполняет операторы L1,

L 2 . Массив А располагается последовательно в КОПах, начиная с ячейки 0140, массив В в КОПах, начиная с ячейки 4060. После того, как массивы А и В определены, исходные данные не нужны и на их месте (на время вычислений КОПы сохраняются) размещаются следующие величины: во втором адресе - номер вершины i , в третьем адресе - резерв времени $R[i]$ для данной вершины и в первом адресе - наиболее поздний срок $T[i]$ для вершины i :

0 00	$T[i]$	i	$R[i]$
КОП	I А	II А	III А

Подпрограмма предусматривает выдачу на печать этой информации и длины критического пути, которая помещается в КОПе начального кода выдачи. Вся эта информация выводится по СП 0047 (восьмеричная печать неограниченного числа кодов с разметкой). Этой выдаче можно избежать. Для этого достаточно карту D-4 заменить пустой с четырьмя маркерами.

Подпрограмма E (карты E-1 - E-5, занимает ячейки 0004 - 0033, 4060 - 4105) выполняет оператор L 3 описанного алгоритма. Части массивов T_1, R_1, I , соответствующие вершинам с нулевым резервом размещаются, начиная с ячейки 0140. Части этих массивов, отвечающие остальным вершинам, размещаются, начиная с ячейки 4060.

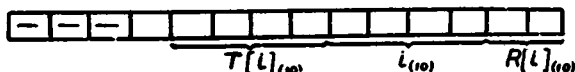
Под счетчик U числа вершин с данным резервом отводятся ячейки 0034 - 0135.

Подпрограмма F (карты F-1 - F-9, занимает вместе с формирующей частью ячейки 0006 - 0033, 3737 - 3777, 4005 - 4055) выводит информацию о вершинах с ненулевым резервом, предварительно переводя ее в десятичную систему. Затем выполняется оператор L 4. Массивы T_2, R_2 и I_1 располагаются, начиная с ячейки 4060. Затем эти массивы переводятся в десятичную систему и печатаются. И в том и в другом случае выводимая информация об одной вершине имеет следующий вид:

+	+	+								
			$T[i]_{(10)}$	$i_{(10)}$	$R[i]_{(10)}$					

Т.е. на резерв времени отводятся разряды 1-8 (две десятичные цифры), на номер вершины 9-24 разряды (четыре десятичные цифры) и на наиболее поздний срок выполнения 25-41 разряды (четыре

цифры). Массивы вершин с различными резервами времени разделены меткой: первый код каждого куска с одинаковым резервом печатается в виде:



В читающее устройство ЭВМ подпрограммы ставятся в следующем порядке:

- A-1, ... , A-4, $\kappa \Sigma - A$;
- B-1,
- C-1, ... , C-L, $\kappa \Sigma - C$;
- D-1, ... , D-5, $\kappa \Sigma - D$;
- B-2, E-1, ... , E-5, $\kappa \Sigma - E$;
- F-1, ... , F-9, $\kappa \Sigma - F$.

Контрольные суммы массивов A, D, F не зависят от задачи, все остальные суммы меняются вместе с задачей.

Допустимые размеры:

$$N \leq 4000_{(10)}, M \leq 2000_{(10)}, \delta \leq 64_{(10)},$$

длина критического пути $s \leq 511_{(10)}$.

Программа вводится по частям, и при несовпадении сумм можно повторить ввод массива C по "Пуск ЦУС". В программе используется СП 0047 (восьмеричная печать любого числа кодов с разметкой). Останов в ячейке 3774 по команде

0 77 0000 0000 0000.

Б. Второй вариант программы

Ниже дается описание второго варианта программы (Приложение 2) для нахождения критического пути и упорядочения вершин графика по резерву времени, которая отличается от предыдущей более полным использованием МОЗУ, что позволяет ослабить ограничения на размеры задачи.

Исходными для этой программы являются те же данные, что и в предыдущей программе I. Карты B-2, C-1, ... , C-L оформляются точно так же. Исключение составляет карта B-1, которая

имеет следующий вид:

B-I	0	00	0000	$M_{(a)}$	0000
	0	00	$N_{(a)}$	0000	0000
	0	00	$N_{(a)}$	$M_{(a)}$	0000 $\kappa \Sigma$

Описание программы 2

Подпрограмма P (карты P-I - P-4, в памяти занимает ячейки 0010 - 0056) вводит исходные данные, начиная с ячейки 0150, переводит их в двоичную систему. После перевода каждый код имеет следующий вид:

t_{ij}	0000	i	j
коп	I A	II A	III A

где t_{ij} - длина дуги,
 i - номер начала дуги,
 j - номер конца дуги.

Подпрограмма Q (карты Q-1 - Q-8, занимает ячейки 0011 - 0146 вместе с формирующей частью) выполняет оператор F0. Массив A размещается в первых адресах ячеек, начиная с 0150. Массив B располагается в первых адресах ячеек, начиная с ячейки $0150 + M_{(a)}$, и во вторых и третьих адресах ячеек, начиная с ячейки $0150 + N_{(a)}$.

Подпрограмма S (карты S-1 - S-5, занимает ячейки 0010 - 0066) выполняет операторы F01 и L2. Массивы T и R размещаются в первых и третьих адресах ячеек, соответственно, начиная с 0150 ячейки. Каждый код имеет следующий вид:

0 00	$T[i]$	i	$R[i]$
коп	I A	II A	III A

где i - номер вершины,
 $T[i]$ - наиболее поздний срок выполнения для вершины,
 $R[i]$ - резерв времени для вершины i .

В программе S предусматривается печать неупорядоченного списка вершин и длины критического пути, которая помещается в первом адресе начального кода выдачи (карта S-4). Этой печати можно избежать, для чего необходимо заменить карту S-4 пустой с четырьмя маркерами.

Подпрограмма T (карты $T-I - T-I7$, занимает ячейки 0064 - 0147, 7604 - 7777) выполняет оператор $L3$. Части массивов $R1, T1, I$, относящиеся к вершинам с нулевым резервом времени, размещаются начиная с ячейки 0150.

Номер ячейки, начиная с которой размещены части массивов $R1, T1, I$, относящиеся к вершинам с ненулевым резервом определяется в процессе работы программы. Эта информация печатается в подпрограмме T в том же виде, как и в предыдущей программе. Под счетчик U отводятся ячейки 7523 - 7603.

Подпрограмма V (карты $V-1 - V-4$, занимает ячейки 7721 - 7775) выполняет оператор $L4$. Массивы $T2, R2, I1$ размещаются начиная с ячейки 2650. Затем вся эта информация переводится в десятичную систему и печатается в том же виде, что и в предыдущей программе.

Допустимые размеры задачи

$$N < 3975_{(10)}, M < 3700_{(10)}, M < N, M + N < 5980_{(10)}, \delta < 47_{(10)},$$

длина критического пути $s \leq 1385_{(10)}$.

В читающее устройство ЭВМ подпрограммы ставятся в следующем порядке:

$P-1, \dots, P-4, \kappa \Sigma - P$;

$B-1$;

$C-1, \dots, C-L, \kappa \Sigma - C$;

$Q-1, \dots, Q-8, \kappa \Sigma - Q$;

$S-1, \dots, S-5, \kappa \Sigma - S$;

$B-2, T-1, \dots, T-I7, \kappa \Sigma - T$;

$V-1, \dots, V-4, \kappa \Sigma - V$.

Программа вводится по частям, и в случае несовпадения сумм можно повторить ввод частей C, Q, S, V по "Пуск ЦУС". В программе используется СП 0047 (восьмеричная печать неограниченного числа кодов с разметкой).

Останов в ячейке 7775 по команде

0 I7 0000 0000 0000 .

Программа упорядочения по классам дуг графа

Вершина i графа G , ориентированного и не имеющего контуров, относится к классу l , если длина наибольшего пути, заканчивающегося в i , равна l . Используя такое упоря-

дочение вершин, можно двояко упорядочить дуги графа, относя к классу l все дуги

- а) с началом в вершине i ;
- б) с концом в вершине i .

Ниже дается описание алгоритма упорядочения дуг по классам и его реализация на М-20.

Описание алгоритма разбивается на несколько частей. Величины, описанные однажды, сохраняют свой смысл для всех последующих частей алгоритма.

L1 : начало примечание Для каждой вершины i графа с M вершинами и N дугами определяется ее класс $A[i]$. Граф задан списками начал дуг H и концов дуг K таким образом, что информация, находящаяся на j -ом месте каждого с списка, относится к одной и той же дуге графа;

целый M, N, i, s ;

целый массив $A[1:M], H[1:N], K[1:N]$;

для $i := 1, \dots, M$ цикл $A[i] := 0$;

$F1$: $s := 0$; для $i := 1, \dots, N$ цикл если $A[H[i]] + 1 > A[K[i]]$ то начало $A[K[i]] := A[H[i]] + 1$; $s := 1$ конец;

если $s = 1$ то на $F1$;

для $i := 1, \dots, M$ цикл если $A[i] > s$ то $s := A[i]$ конец $L1$;

Результатом работы этого оператора является список классов вершин A и s - длина наибольшего, в смысле числа входящих в него дуг, пути. В следующей части алгоритма работает один из операторов $F2$ либо $F3$. Если упорядочение дуг ведется по началам, то работает оператор $F3$; если дуги упорядочиваются по концам, то работает оператор $F2$.

L2 : начало примечание Этот оператор подсчитывает число дуг в классах. Счетчик дуг в классах - массив B . C - рабочий массив, который в зависимости от способа упорядочения совпадает либо с H , либо с K ;

целый массив $B[0:s], C[1:N]$;

для $i := 0, \dots, s$ цикл $B[i] := 0$;

$F2$: для $i := 1, \dots, N$ цикл $C[i] := K[i]$; на $F4$;

($F3$: для $i := 1, \dots, N$ цикл $C[i] := H[i]$;

$F4$: для $i := 1, \dots, N$ цикл $B[A[C[i]]] := B[A[C[i]]] + 1$ конец $L2$;

L3 : начало примечание Этот оператор определяет место каждого класса дуг в упорядоченных массивах начал дуг $HУ$ и концов дуг $KУ$ и переносит на эти места соответствующие ве-

личины из массивов H и K ;

целый j, p ;

целый массив $KU[1:N], HU[1:N]$;

F5: $p := B[0]$; $B[0] := 1$;

для $i := 1, \dots, s$ цикл начало $j := B[i]$; $B[i] := p +$

$B[i-1]$; $p := j$ конец;

F6: для $i := 1, \dots, N$ цикл начало $HU[B[A[C[i]]]] := H[i]$;

$KU[B[A[C[i]]]] := K[i]$; $B[A[C[i]]] := B[A[C[i]]] + 1$

конец

конец L3;

П р и м е р. Пусть граф задан списком дуг:

$(3,4), (2,4), (3,2), (1,3), (1,2)$.

Нужно упорядочить эти дуги по классам. В этом примере число дуг $N = 5$, число вершин $M = 4$. Построим массивы H и K , отвечающие этому списку дуг. Число $H[i]$ есть номер начала i -ой дуги списка, $K[i]$ - номер конца этой же дуги. Итак, массив $H[1:5]$ состоит из чисел 3, 2, 3, 1, 1; массив $K[1:5]$ из чисел: 4, 4, 2, 3, 2.

Таким образом, исходные данные для работы алгоритма подготовлены.

Оператор L1 для каждой вершины i определит ее класс $A[i]$ и s - число дуг в максимальном пути графа. В нашем примере $A[1:4] = 0, 2, 1, 3$; $s = 3$. Отсюда видно, что, в частности, вершина 3 относится к 1-ому классу, т.к. $A[3] = 1$.

Если упорядочение дуг ведется по началам, то $C[1:5] = H[1:5]$ состоит из чисел 3, 2, 3, 1, 1, и после работы оператора L2 массив $B[0:3]$ примет вид 2, 2, 1, 0. Напомним, что $B[k]$ есть число дуг k -го класса. В этом примере к нулевому и первому классам относятся по две дуги, ко второму одна, а дуг третьего класса нет.

В том случае, когда упорядочение дуг ведется по концам, мы после работы оператора L3 получим следующее:

$C[1:5] = K[1:5] = 4, 4, 2, 3, 2$,

$B[0:3] = 0, 1, 2, 2$. Здесь нет дуг нулевого класса, одна дуга относится к первому классу и по две к второму и третьему классам.

Далее, в случае упорядочения по началам мы получим $HU[1:5] = 1, 1, 3, 3, 2$; $KU[1:5] = 3, 2, 4, 2, 4$, т.е. упорядоченный список дуг имеет вид:

$\left. \begin{array}{l} (1,3) \\ (1,2) \end{array} \right\} - 0 - \text{класс,}$

$(3,4)$ } - I-ый класс ,
 $(3,2)$ }
 $(2,4)$ - 2-ой класс .

Если упорядочение велось по концам дуг:
 НУ [1:5] - 1,3,1,3,2; КУ [1:5] - 3,2,2,4,4.

Упорядоченный список дуг имеет вид:

$(1,3)$ - I-ый класс ,
 $(3,2)$ } - 2-ой класс ,
 $(1,2)$ }
 $(3,4)$ } - 3-ий класс ..
 $(2,4)$ }

Исходные данные и их кодировка

В качестве исходных для программы 3 (Приложение 3) необходимо указать следующие данные:

- а) число вершин графа M ,
- б) число дуг графа N ,
- в) граф, заданный списком дуг.

Параметры M и N указываются на карте В-I: M в первом адресе первого кода, N в первом адресе второго кода. На карте указывается контрольная сумма этих чисел:

0	00	$M_{(a)}$	0000	0000
0	00	$N_{(a)}$	0000	0000
0	00	$M + N$	0000	0000 $\kappa \Sigma$

Граф задается списком дуг на картах С-I, ..., С-L таким же точно образом, как в программе для нахождения критического пути. Длины дуг в описываемой программе не используются, и их можно не указывать.

Описание программы 3

Подпрограмма А (перфокарты А-I - А-4, в памяти занимает ячейки 0010 - 0054) вводит исходные данные, начиная с ячейки 0170, переводит их в двоичную систему, после чего они принима-

от следующий вид:

t_{ij}	0000	i	j
КОП	I A	II A	III A

где i - номер начала дуги,
 j - номер конца дуги,
 t_{ij} - длина дуги (если она указывалась, в противном случае КОП пустой).

Подпрограмма D (карты $D-1 - D-9$, занимает ячейки 0021 - 0112; 0141 - 0166) выполняет операторы $L1, L2$ и оператор $F5$. Массив A размещается в первых адресах ячеек, начиная с ячейки 0170, массив B в первых адресах, начиная с ячейки 4150. Программа реализует оба упорядочения дуг по классам. Это обеспечивается сменными картами. В подпрограмме D сменной является карта $D-4$. Она соответствует упорядочению дуг по началам. Если необходимо произвести упорядочение дуг по концам, карту $D-4$ заменяют на карту $D-4(2)$, которая имеет следующий вид:

$D-4(2)$ 2 I4 0114 0170 0006

Подпрограмма E (карты $E-1 - E-10$, занимает ячейки 0020-0163) выполняет оператор $F6$. Упорядоченный массив дуг образуется следующим образом. Если места достаточно, т. е.

$0170_{(s)} + 2N_{(s)} \leq 10000_{(s)}$, то этот массив располагается, на -

начиная с ячейки $0170 + N_{(s)}$. В противном случае, сначала заполняется свободное место, имеющееся после массива исходных данных. При этом часть массива исходных данных становится ненужной, он сжимается, и появляется свободное место, которое вновь заполняется. В этом случае начало массива - ячейка $10000 - N_{(s)}$.

Сменной картой в подпрограмме E является $E-4$. Она обеспечивает упорядочение дуг по началам. Карта $E-4(2)$ реализует упорядочение дуг по концам:

$E-4(2)$ 2 I4 0114 0170 0007

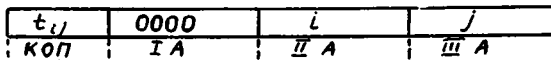
Подпрограмма F (карты $F-1 - F-8$, занимает ячейки 0020 - 0040, 0071 - 0161) переводит список дуг в десятичную систему и выдает его.

В программе предусматривается выдача числа s - наибольшего номера класса одного из выходов графа. Таким образом, число классов дуг равно $s+1$. В случае упорядочения дуг по началам пусть s -ый класс. Нулевой класс пуст, если дуги упорядочиваются по концам. Выдается также число дуг в каждом классе. Все эти данные записаны в восьмеричной системе в первых адресах выдаваемых кодов.

Далее выдается упорядоченный список дуг, закодированный в том же виде, в каком он вводится. Классы разделены меткой. Первая дуга каждого класса выдается в виде:



Перевод в десятичную систему можно, при желании, избежать и выдать список дуг в восьмеричной системе. Для этого карту $F-1$ необходимо заменить пусто перфокартой с одним маркером, а в перфокарте $F-3$ четвертую позицию 0 50 0077 7777 7777 нужно заменить на 0 50 0477 7777 7777. В случае восьмеричной печати коды выглядят следующим образом:



Останов в ячейке 0036 по команде 0 77 0000 0000 0770. Программа вводится по частям, и при несовпадении сумм можно повторить ввод массивов C , E по "Пуск ЦУС". В читающее устройство ЭВМ подпрограммы ставятся в следующем порядке:

- A-I, ..., A-5, $\kappa\Sigma$ -A;
- B-I;
- C-I, ..., C-L, $\kappa\Sigma$ -C;
- D-I, ..., D-9, $\kappa\Sigma$ -D;
- E-I, ..., E-10, $\kappa\Sigma$ -E;
- F-I, ..., F-8, $\kappa\Sigma$ -F.

Допустимые размеры задачи

$$M \leq 2050_{(10)}, \quad N \leq 3970_{(10)}.$$

Приложение I

№ перфо- карт	Адреса ячеек	Команды					
Под программа А							
А-1	0001	0	56	0000	0052	0000	КА
				0010			
	0010	0	10	0140	0010	0000	
	1	0	52	0000	0000	0000	
	2	4	55	0140	0043	0004	
	3	4	55	0140	0044	0005	
	4	0	45	0005	0047	0005	
	5	0	13	0004	0005	0004	
	6	4	55	0140	0045	0005	
	7	0	45	0005	0050	0005	
	0020	0	13	0004	0005	0004	
	1	0	00	0000	0000	0000	
А-2	2	4	55	0140	0046	0005	
	3	0	45	0005	0051	0005	
	4	0	13	0004	0005	0004	
	5	0	00	0000	0000	0000	
	6	0	00	0004	0000	0007	
	7	3	54	0060	0140	0140	
	0030	0	16	0031	0012	0025	
	1	0	54	0114	0004	0004	
	2	0	13	0007	0004	0007	
	3	3	54	0060	0140	0140	
	4	0	16	0035	0012	0021	
	5	0	54	0130	0004	0004	
А-3	6	1	13	0004	0007	0140	
	7	0	00	0000	0000	0021	
	0040	0	00	0000	0000	0025	
	1	1	12	7777	0012	0001	
	2	0	56	0000	0070	0000	
	3	0	00	0000	0000	0017	
	4	0	00	0000	0000	0360	
	5	0	00	0000	0000	7400	

Продолжение приложения I

№ перфо- карт	Адреса ячеек	Команды				
	6	0	00	0000	0017	0000
	7	I	02	5000	0000	0000
	0050	I	02	3100	0000	0000
	I	I	02	I750	0000	0000
A-4	2	0	10	000I	0052	0000
	3	0	I3	004I	0002	004I
	4	0	56	0000	0010	0000
				0070		
	0070	0	10	0006	0070	0000
	I	0	56	0000	005I	0000
κΣ-A		7	77	3723	I43I	0723 κΣ
Подпрограмма D						
D -I	0006	0	52	0000	000I	0033
	7	2	54	0114	0137	000I
	0010	0	53	0000	000I	0002
	I	6	72	0000	0137	003I
	2	2	53	0002	0137	0003
	3	4	72	0000	000I	0024
	4	4	73	0137	0003	0000
	5	0	76	0000	0023	0000
	6	3	I3	0003	0137	0137
	7	0	16	0006	0020	0033
	0020	0	73	0137	0003	0000
	I	0	76	0000	0023	0000
D -2	2	0	00	0003	0000	0137
	3	2	53	0002	4057	0003
	4	0	00	0000	0000	0000
	5	4	73	4057	0003	0000
	6	0	76	0000	003I	0000
	7	3	I3	0003	4057	4057
	0030	0	16	0006	003I	0033

№ перфо- карт	Адреса ячеек	Команды				
	I	0	00	0000	0000	0000
	2	I	I2	0000	0007	000I
	3	0	00	0000	0000	0000
	4	2	73	0I37	4060	000I
	5	2	73	000I	0I40	0002
<i>D -3</i>	6	0	54	0064	000I	000I
	7	0	54	0034	0002	0002
	0040	0	I3	000I	0002	000I
	I	6	52	000I	0000	0002
	2	I	I3	000I	0002	0I40
	3	I	I2	7777	0034	000I
<i>D -4</i>	4	0	50	04I3	0000	7767
	5	0	70	7500	0044	0000
	6	0	I6	0047	750I	76I0
	7	I	52	0I37	0047	0I37
<i>D -5</i>	0050	0	56	0000	0073	0000
	I	0	I3	0032	0002	0032
	2	0	I3	0043	000I	0043
	3	0	I3	0056	000I	0056
	4	0	52	0000	000I	0000
	5	3	I3	0000	4057	4057
	6	I	I2	0000	0055	000I
	7	0	56	0000	0006	0000
				0073		
	0073	0	I0	0002	0073	0000
	4	0	56	0000	4060	0000
<i>κΣ-D</i>		6	34	5600	5644	I132
П о д п р о г р а м м а E						
<i>B -2</i>	0002	0	00	0000	$\delta_{(a)}$	0000
	3	0	00	$M_{(a)}$	0000	0000

κA

κΣ

Продолжение приложения I

№ перфо- карт	Адреса ячеек	Команды						
E-1	0004	0	52	0000	0000	0000		
	5	2	54	0114	0140	0001		
	6	4	00	0140	0000	0003		
	7	0	55	0033	0001	0001		
	0010	0	76	0000	0020	0000		
	I	4	52	0000	0000	0027		
	2	0	33	0004	0027	0000		
	3	0	76	0000	0016	0000		
	4	0	72	0000	0004	0000		
	5	I	00	0003	0000	0140		
	6	0	I3	0004	0032	0004		
	7	0	56	0000	0027	0000		
	E-2	0020	0	33	0002	0001	0000	
		I	0	36	0000	0030	0000	
2		4	72	0000	0001	0027		
3		6	72	0000	0034	0025		
4		I	00	0003	0000	4060		
5		0	00	0000	0000	0000		
6		5	I3	0034	0032	0034		
7		0	00	0000	0000	0000		
0030		I	I2	7777	0005	0001		
I		0	56	0000	0136	0000		
2		0	00	0000	0001	0000		
3		0	00	0000	7777	0000		
E-3					0136			кА
		0136	0	10	0006	0136	0000	
	7	0	56	0000	0006	0000		
				4060			кА	
	4060	0	54	0114	0002	0001		
	I	0	I3	4067	0001	4067		
	2	0	I3	4104	0001	4104		
	3	0	I3	4100	0003	4100		
	4	0	I3	0030	0003	003F		
	5	0	52	0000	0000	0000		

№ перфо- карт	Адреса ячеек	Команды				
	6	I	00	0000	0000	0035
	7	I	I2	0000	4066	000I
E-4	4070	0	52	0000	0000	0000
	I	2	54	0II4	0I40	000I
	2	0	55	0033	000I	000I
	3	0	33	0002	000I	0000
	4	0	36	0000	4I00	0000
	5	4	72	0000	000I	4077
	6	5	I3	0035	0032	0035
	7	0	00	0000	0000	0000
	4I00	I	I2	7777	407I	000I
	I	0	00	0035	0000	0034
	2	0	52	0000	0000	0035
	3	7	I3	0037	0036	0037
E-5	4	I	I2	7776	4I03	000I
	5	0	56	0000	0004	0000
κΣ-E		5	5I	I547+M	I577+δ	5250
						κΣ
П о д п р о г р а м м а						
F-I	0006	0	72	0000	0002	0000
	7	4	55	0034	3747	0005
	00I0	0	50	0500	0000	0005
	I	0	70	0005	0000	0000
	2	0	36	0000	00I4	0000
	3	0	I6	00I5	4005	4050
	4	0	56	0000	3737	0000
	5	0	33	3775	0005	0000
	6	0	36	3775	002I	0004
	7	0	00	0005	0000	0004
	0020	0	I6	3737	002I	0032
	I	0	I4	0I30	0006	0006

№ перфо- карт	Адреса ячеек	Команды					к А
F -2	2	0	I3	3773	0006	003I	
	3	0	33	0005	0004	0005	
	4	0	I4	0064	0004	0004	
	5	0	I4	0050	0006	0006	
	6	0	I3	0004	0006	0004	
	7	0	I3	3776	0004	0030	
	0030	0	00	0000	0000	0000	
	I	0	00	0000	0000	0000	
	2	0	00	0000	0000	0000	
	3	0	56	0004	00II	0006	
				3737			
	3737	0	52	0000	0000	0000	
	F -3	3740	I	00	0000	0000	
I		I	I2	I000	3740	000I	
2		0	54	0II4	0034	0034	
3		0	I3	375I	0034	375I	
4		0	52	0000	0000	0000	
5		2	54	0064	0I40	0005	
6		4	72	0000	0005	3750	
7		5	I3	I20I	3777	I20I	
3750		0	00	0000	0000	0000	
I		I	I2	7777	3745	000I	
2		0	52	0000	0000	0000	
3		7	I3	I202	I20I	I202	
F -4		4	I	I2	0776	3753	000I
	5	0	I3	3767	0034	3767	
	6	0	52	0000	0000	0000	
	7	2	54	0064	0I40	0005	
	3760	4	00	0I40	0000	0004	
	I	4	72	0000	0005	3766	
	2	6	72	0000	I200	3764	
	3	I	00	0004	0000	4060	
	4	0	00	0000	0000	0000	
	5	5	I3	I200	3777	I200	

№ перфо- карт	Адреса ячеек	Команды				
	6	0	00	0000	0000	0000
	7	I	I2	7777	3757	000I
F -5	3770	0	00	0034	0000	0004
	I	0	I6	3772	40I0	4042
	2	I	50	0I00	0000	4057
	3	0	70	4060	0000	0000
	4	0	77	0000	0000	0000
	5	0	00	0000	0770	0000
	6	0	50	0I00	0000	4057
	7	0	00	0000	000I	0000
F -6				4005		
	4005	0	54	0II4	0002	0003
	6	0	I3	4055	0003	4047
	7	0	54	0II4	0005	0004
	40I0	0	I3	4053	0004	404I
	I	0	52	0000	0000	0000
	2	2	55	405I	4060	400I
	3	0	65	4052	400I	4002
	4	0	65	4052	4002	4003
	5	0	65	4052	4003	4004
	6	0	54	0I04	4004	4004
	7	0	I3	4003	4004	4003
F -7	4020	0	54	0I04	4003	4003
	I	0	I3	4002	4003	4002
	2	0	54	0I0I	4002	4002
	3	0	54	0I0I	4002	4003
	4	0	I3	4002	4003	4002
	5	0	I3	4002	400I	4002
	6	0	00	0000	0000	0000
	7	0	00	4002	0000	4000
	4030	3	54	0064	4060	4060
	I	0	I6	4032	40I2	4026
	2	0	54	0II0	4002	4002
	3	0	I3	4002	4000	4000

кА

Продолжение приложения I

№ перфо-карт	Адреса ячеек	Команды				
F -8	4	3	54	0064	4060	4060
	5	0	16	4036	4012	4026
	6	0	54	0130	4002	4002
	7	I	75	4002	4000	4060
	4040	0	00	0000	0000	4026
	I	0	00	0000	0000	0000
	2	0	75	4054	4060	4060
	3	0	52	0000	0000	0000
	4	6	72	0000	0035	4046
	5	3	75	4054	4060	4060
	6	0	00	0000	0000	0000
	7	0	00	0000	0000	0000
	F -9	4050	0	00	0000	0000
I		0	00	0000	0000	7777
2		I	02	063I	463I	4632
3		I	I2	7777	40I2	000I
4		7	00	0000	0000	0000
5		I	I2	7777	4044	000I
κΣ-f		3	32	2430	1424	7263
Приложение 2						κΣ
Подпрограмма P						
P-I	000I	0	56	0000	0054	0000
				00I0		
	00I0	0	10	0I50	00I0	0000
	I	0	52	0000	0000	0000
	2	4	55	0I50	0044	0004
	3	4	55	0I50	0045	0005
	4	0	45	0005	005I	0005
	5	0	I3	0004	0005	0004
6	4	55	0I50	0046	0005	
7	0	45	0005	0052	0005	
						κA

№ перфо- карт	Адреса ячеек	Команды					
P-2	0020	0	I3	0004	0005	0004	
	I	0	00	0000	0000	0000	
	2	4	55	0I50	0047	0005	
	3	0	45	0005	0053	0005	
	4	0	I3	0004	0005	0004	
	5	0	00	0000	0000	0000	
	6	0	00	0004	0000	0007	
	7	3	54	0060	0I50	0I50	
	0030	0	I6	003I	00I2	0025	
	I	0	54	0II4	0004	0004	
	2	0	I3	0007	0004	0007	
	3	3	54	0060	0I50	0I50	
	4	0	I6	0035	00I2	002I	
	5	0	54	0I44	0004	0004	
P-3	6	I	I3	0004	0007	0I50	
	7	0	00	0000	0000	002I	
	0040	0	00	0000	0000	0025	
	I	I	I2	7777	00I2	000I	
	2	0	00	0050	0000	0006	
	3	0	I6	0I2I	0006	0007	
	4	0	00	0000	0000	00I7	
	5	0	00	0000	0000	0360	
	6	0	00	0000	0000	7400	
	7	0	00	0000	00I7	0000	
	0050	0	I0	00II	0006	0000	
	I	I	02	5000	0000	0000	
	P-4	2	I	02	3I00	0000	0000
		3	I	02	I750	0000	0000
4		0	I0	000I	0054	0000	
5		0	I3	004I	0002	004I	
6		0	56	0000	00I0	0000	
κΣ-P			6	6I	4II3	I252	0770

κΣ

№ перфо- карт	Адреса ячеек	Команды					
П о д п р о г р а м м а Q							
Q -1	0011	0	52	0000	0000	0105	
	2	0	00	0000	0000	0007	
	3	2	55	0110	0150	0005	
	4	2	54	0114	0150	0010	
	5	0	55	0110	0010	0010	
	6	2	54	0064	0150	0006	
	7	0	55	0111	0006	0006	
	0020	0	16	0040	0022	0023	
	I	0	72	0000	0103	0000	
	2	0	13	0007	0010	0004	
	3	0	00	0000	0000	0000	
	Q -2	4	0	33	0004	0121	0002
		5	0	36	0000	0032	0000
6		4	72	0000	0002	0103	
7		2	55	0113	0000	0002	
0030		0	54	0130	0002	0002	
I		0	56	0000	0043	0062	
2		0	33	0004	0120	0002	
3		0	36	0000	0040	0000	
4		4	72	0000	0002	0103	
5		2	55	0110	0000	0002	
6		0	54	0114	0002	0002	
7		0	16	0067	0043	0062	
Q -3		0040	4	72	0000	0004	0103
	I	2	55	0111	0147	0002	
	2	0	16	0073	0043	0062	
	3	0	00	0000	0000	0000	
	4	0	00	0002	0000	0003	
	5	0	13	0007	0005	0004	
	6	0	72	0000	0103	0000	
	7	0	16	0050	0023	0043	
	0050	0	13	0002	0006	0002	

№ перфо- карт	Адреса ячеек	Команды				
Q -4	1	0	33	0003	0002	0000
	2	0	76	0000	0075	0023
	3	0	72	0000	0010	0000
	4	0	16	0011	0073	0105
	5	0	13	0003	0006	0003
	6	0	33	0002	0003	0000
	7	0	76	0000	0075	0023
	0060	0	00	0003	0000	0002
	1	0	16	0011	0062	0105
	2	0	00	0000	0000	0000
	3	3	55	0114	0000	0000
	4	0	54	0050	0002	0002
	5	3	75	0002	0000	0000
	6	0	56	0000	0075	0000
7	3	55	0115	0000	0000	
Q -5	0070	0	54	0064	0002	0002
	1	3	75	0002	0000	0000
	2	0	56	0000	0075	0000
	3	3	55	0112	0147	0147
	4	3	75	0002	0147	0147
	5	0	00	0000	0000	0043
	6	0	00	0000	0000	0000
	7	0	00	0001	0000	0007
	0100	0	00	0117	0000	0047
	1	0	56	0146	0021	0076
	2	0	00	0116	0000	0047
	3	0	00	0000	0000	0000
	Q -6	4	1	12	7777	0012
5		0	00	0000	0000	0000
6		0	10	0010	0106	0000
7		0	56	0000	0060	0000
0110		0	00	0000	7777	0000
1		0	00	7777	0000	0000

Продолжение приложения 2

№ перфо- карт	Адреса ячеек	Команды				
	2	7	77	0000	7777	7777
	3	0	00	0000	0000	7777
	4	7	77	7777	7777	0000
	5	7	77	7777	0000	7777
	6	0	16	0050	0023	0043
	7	0	16	0055	0023	0043
Q -7	0120	0	00	0000	7631	0000
	I	0	I3	0104	0002	0104
	2	0	54	0064	0002	0002
	3	0	I3	0145	0002	0122
	4	0	I3	0027	0122	0027
	5	0	I3	0035	0122	0035
	6	0	54	0064	0122	0002
	7	0	I3	0141	0002	0141
	0130	0	I3	0002	0122	0002
	I	0	52	0000	0000	0000
	2	5	I3	0063	0002	0063
	3	I	I2	0006	0132	0002
Q -8	4	0	33	0144	0122	0121
	5	0	33	0110	0122	0004
	6	0	54	0114	0004	0004
	7	0	I3	0142	0004	0142
	0140	0	52	0000	0000	0000
	I	I	00	0000	0000	0000
	2	I	I2	0000	0141	0001
	3	0	56	0000	0011	0000
	4	0	00	0001	7631	0000
	5	0	00	0000	0150	0000
	6	0	56	0000	0102	0076
κΣ -Q		0	63	4655	4526	3402

κΣ

№ перфо- карт	Адреса ячеек	Команды				
		Под программа			S	
S -1	0010 1 2 3 4 5 6 7 0020 1 2 3	0 2 0 0 1 0 2 6 0 0 0	52 55 33 76 00 12 52 55 52 13 33 36	0000 0057 0147 0000 0002 7777 0000 0057 0001 0003 0004 0000	0000 0150 0002 0015 0000 0011 0000 0150 0000 0001 0121 0030	0000 0002 0000 0000 0147 0001 0000 0002 0003 0004 0005 0000
S -2	4 5 6 7 0030 1 2 3 4 5 6 7	4 2 0 0 0 0 4 2 0 0 4 2	72 55 54 56 33 36 72 55 54 56 72 55	0000 0055 0130 0000 0004 0000 0000 0056 0114 0000 0000 0057	0005 0000 0005 0040 0120 0036 0005 0000 0005 0040 0004 0147	0042 0005 0005 0000 0005 0000 0042 0005 0005 0000 0042 0005
S -3	0040 1 2 3 4 5 6	0 0 0 1 0 5 1	33 33 00 13 14 13 12	0147 0005 0000 0005 0050 0150 7777	0005 0002 0000 0003 0002 0002 0017	0005 0002 0000 0150 0002 0150 0001

№ перфо-карт	Адреса ячеек	Команды					
S-4	7	0	50	0413	0000	7767	
	0050	0	70	7500	0047	0000	
	1	0	16	0052	7501	7610	
	2	1	52	0147	0047	0147	
S-5	3	0	00	0066	0000	0011	
	4	0	16	7510	0011	0012	
	5	0	00	0000	0000	7777	
	6	0	00	0000	7777	0000	
	7	0	00	7777	0000	0000	
	0060	0	14	0114	0001	0002	
	1	0	13	0046	0002	0046	
	2	0	13	0025	0122	0025	
	3	0	13	0033	0122	0033	
	4	0	13	0015	0002	0015	
	5	0	56	0000	0010	0000	
	6	0	10	0002	0011	0000	
	κΣ-δ		1	36	2014	1360	1070
		Под программа Т					
B-2	0002	0	00	0000	δ ₍₁₎	0000	
	3	0	00	M ₍₁₎	0000	0000	
T-1				7510			
	7510	0	54	0114	0002	0001	
	1	0	13	7641	0001	7641	
	2	0	13	7650	0001	7650	
	3	0	13	7665	0001	7665	
	4	0	13	7521	0001	7521	
	5	0	13	0132	0001	0132	
	6	0	13	7636	0003	7636	
	7	0	52	0000	0000	0000	
	7520	1	00	0000	0000	7524	
1	1	12	0000	7520	0001		
2	0	56	0000	7617	0000		

κΣ

κA

№ перфо- карт	Адреса ячеек	Команды						
Т-2	7604	0	00	7604	0000	0000	0770	к А
	5	0	33	7627	7625	0000	0000	
	6	0	76	0000	7714	7727	7727	
	7	0	33	7625	7636	0000	0000	
	7610	0	36	0000	7735	7727	7727	
	I	0	00	0000	0000	0150	0150	
	2	I	00	7634	0000	0000	0000	
	3	0	70	0000	0000	0000	0000	
	4	0	50	0077	7777	7777	7777	
	5	I	I2	7777	7705	000I	000I	
	6	0	00	0000	7777	0000	0000	
Т-3	7	0	52	0000	0000	0000	000I	
	7620	2	54	0114	0150	0003	0003	
	I	0	55	7616	0003	0003	0003	
	2	0	33	0002	0003	0000	0000	
	3	0	36	0000	7636	0000	0000	
	4	4	72	0000	0003	7630	7630	
	5	5	I3	7524	7617	7524	7524	
	6	0	33	000I	7630	0000	0000	
	7	0	76	0000	7634	0000	0000	
	7630	0	00	0000	0000	0000	0000	
	I	4	00	0150	0000	0003	0003	
	2	0	72	0000	000I	0000	0000	
Т-4	3	I	00	0003	0000	0150	0150	
	4	0	I3	000I	7632	000I	000I	
	5	0	72	0000	7630	0000	0000	
	6	I	I2	7777	7620	000I	000I	
	7	0	52	0000	0000	0000	0000	
	7640	5	00	7524	0000	0004	0004	
	I	I	I2	0000	7640	000I	000I	
	2	0	I4	0064	000I	762I	762I	
	3	0	33	762I	0004	7622	7622	
	4	0	33	0004	762I	0000	0000	

№ перфо- карт	Адреса ячеек	Команды				
Т-5	5	0	76	0004	7776	0003
	6	0	52	0000	0000	7523
	7	7	13	7525	7524	7525
	7650	I	I2	7776	7647	000I
	I	0	I3	76II	762I	000I
	2	0	33	7646	000I	7623
	3	0	33	762I	7623	0000
	4	0	76	0000	7656	0000
	5	0	56	0004	7662	7624
	6	0	33	762I	7623	7626
	7	0	33	7626	0004	0000
	7660	0	76	7626	7662	7624
	I	0	00	0004	0000	7624
	2	0	52	0000	0000	0000
Т-6	3	4	33	7523	7624	0000
	4	0	76	0000	7670	0000
	5	I	I2	0000	7663	000I
	6	6	52	7777	0000	7627
	7	0	56	7623	7675	763I
	7670	6	52	7777	0000	7627
	I	4	33	7523	7624	763I
	2	0	33	7623	763I	0000
	3	0	76	0000	7675	0000
	4	0	00	7623	0000	763I
	5	0	72	0000	7627	7633
	6	4	00	7523	0000	7630
Т-7	7	0	I3	76I2	000I	7726
	7700	0	54	0I30	762I	7625
	I	0	I3	76I5	7625	7745
	2	0	00	7605	0000	77I0
	3	0	00	7606	0000	77II
	4	0	52	0000	0000	7637
	5	2	54	0II4	0I50	7625

№ перфо- карт	Адреса ячеек	Команды				
	6	0	55	7616	7625	7625
	7	4	72	0000	7625	7744
	7710	0	00	0000	0000	0000
	1	0	00	0000	0000	0000
	2	4	33	7523	7624	7635
T-8	3	0	16	7744	7721	7727
	4	0	33	7625	7627	0000
	5	0	36	0000	7735	0000
	6	0	33	7633	7631	0000
	7	0	76	0000	7732	0000
	7720	4	33	7523	7630	7635
	1	5	13	7523	7617	7523
	2	0	72	0000	7744	0000
	3	4	00	0150	0000	7634
	4	0	54	0114	7635	7635
	5	0	72	0000	7635	0000
	6	0	00	0000	0000	0000
T-9	7	0	00	0000	0000	0000
	7730	0	13	7633	7617	7633
	1	0	56	0000	7744	0000
	2	0	13	7627	7632	7636
	3	0	00	7610	0000	7711
	4	0	00	7607	0000	7710
	5	0	33	7637	7744	0000
	6	0	76	0000	7743	0000
	7	0	72	0000	7744	0000
	7740	4	00	0150	0000	7625
	1	0	72	0000	7637	0000
	2	1	00	7625	0000	0150
T-10	3	0	13	7637	7632	7637
	4	0	00	0000	0000	0000
	5	0	00	0000	0000	0000
	6	0	33	0000	7627	0000

№ перфо- карт	Адреса ячеек	Команды				
	7	0	36	0000	7765	0000
	7750	0	16	7751	0064	0140
	1	0	33	7604	7725	0000
	2	0	36	7604	7755	7731
	3	0	00	7725	0000	7731
	4	0	16	7776	7755	7763
	5	0	54	0130	0001	7732
	6	0	13	7613	7732	7762
T-II	7	0	13	0001	7731	0001
	7760	0	13	7614	0001	7761
	1	0	00	0000	0000	0000
	2	0	00	0000	0000	0000
	3	0	33	7725	7731	7725
	4	0	56	0000	7751	0000
	5	0	72	0000	7627	0000
	6	1	00	7630	0000	7523
	7	0	33	7621	7623	7621
	7770	0	33	7621	0004	7625
	1	0	33	7623	7625	0000
	2	0	36	0000	7774	0000
T-12	3	0	00	7625	0000	7623
	4	0	33	0001	7623	0001
	5	0	56	0000	7653	0000
	6	0	10	7721	7776	0000
	7	0	56	0000	7725	0000
T-13				0064		
	0064	0	00	7622	0000	7725
	5	0	54	0130	7725	7727
	6	0	13	0144	7727	0126
	7	0	13	0147	0001	0124
	0070	0	54	0114	0001	7727
	1	0	13	0145	7727	0077
	2	0	13	0001	7727	7727
	3	0	13	0146	7727	0121

кА

№ перфо- карт	Адреса ячеек	Команды					
T-I4	4	0	I3	0I35	7727	0I35	
	5	0	I3	0I46	7727	0I15	
	6	0	52	0000	0000	0000	
	7	0	00	0000	0000	0000	
	0I00	0	65	0I42	7726	7727	
	I	0	65	0I42	7727	7730	
	2	0	65	0I42	7730	7731	
	3	0	54	0I04	7731	7731	
	4	0	I3	7730	7731	7730	
	5	0	54	0I04	7730	7730	
	6	0	I3	7727	7730	7727	
	7	0	54	0I0I	7727	7727	
	0I10	0	54	0I0I	7727	7730	
	I	0	I3	7727	7730	7727	
	2	0	I3	7727	7726	7727	
	T-I5	3	0	00	0000	0000	0000
		4	0	00	7727	0000	7732
5		0	00	0000	0000	0000	
6		0	I6	0I17	0077	0I13	
7		0	54	0I10	7727	7727	
0I20		0	I3	7727	7732	7732	
I		0	00	0000	0000	0000	
2		0	I6	0I23	0077	0I13	
3		0	54	0I30	7727	7727	
4		0	00	0000	0000	0000	
5		0	00	0000	0000	0I13	
6		0	00	0000	0000	0000	
T-I6	7	0	00	0004	0000	0003	
	0I30	0	52	0000	0000	0004	
	I	7	I3	0006	0005	0006	
	2	I	I2	7777	0I3I	000I	
	3	3	54	0I14	0004	0004	
	4	6	72	0000	0004	0I36	

№ перфо-карт	Адреса ячеек	Команды				
	5	3	75	0I43	0000	0000
	6	0	00	0000	0000	0000
	7	I	32	000I	0I33	7777
	0I40	0	00	0000	0000	0000
	I	0	00	0000	0000	7777
	2	I	02	063I	463I	4632
T-I7	3	7	00	0000	0000	0000
	4	I	I2	7777	0077	000I
	5	2	55	0I4I	0000	7726
	6	3	54	0064	0000	0000
	?	I	75	7727	7732	0000
κΣ-T		4	47	II26+M	I065+δ	4426 κΣ
Под программа V						
V -I	772I	0	00	0000	0000	0770
	2	0	00	0000	000I	0000
	3	0	70	0000	0000	0000
	4	0	50	0077	7777	7777
	5	0	52	0000	0000	0000
	6	I	00	0000	0000	5I5I
	7	I	I2	2547	7726	000I
	7730	0	54	0I30	0003	0002
	I	0	I3	7740	0002	7740
	2	0	I3	7755	0002	7755
	3	0	52	0000	0000	0000
V-2	4	2	I4	0064	0I50	0002
	5	4	72	0000	0002	7737
	6	5	I3	5I5I	7722	5I5I
	7	0	00	0000	0000	0000
	7740	I	I2	7777	7734	000I
	I	0	52	0000	0000	5I50
	2	7	I3	5I5I	5I50	5I5I

№ перфо- карт	Адреса ячеек	Команды				
V -3	3	I	I2	2547	7742	000I
	4	0	52	0000	0000	0000
	5	2	I4	0064	0I50	0002
	6	4	00	0I50	0000	0006
	7	4	72	0000	0002	7754
	7750	6	72	0000	5I50	7752
	I	I	00	0006	0000	2650
	2	0	00	0000	0000	0000
	3	5	I3	5I50	7722	5I50
	4	0	00	0000	0000	0000
	5	I	I2	7777	7745	000I
	6	0	55	0I4I	775I	000I
	7	0	00	0003	0000	7725
	7760	0	I6	776I	0065	0I27
	I	0	33	772I	0003	0000
	2	0	36	772I	7765	0005
	3	0	00	0003	0000	0005
V -4	4	0	I6	7775	7765	7773
	5	0	54	0I30	000I	0006
	6	0	I3	7723	0006	7772
	7	0	I3	000I	0005	000I
	7770	0	I3	7724	000I	777I
	I	0	00	0000	0000	0000
	2	0	00	0000	0000	0000
	3	0	33	0003	0005	0003
	4	0	56	0000	776I	0000
	5	0	I7	0000	0000	0000
	κΣ-V		3	07	5306	2343

κΣ

Приложение 3

№ перфо- карт	Адреса ячеек	Команды				
Подпрограмма А						
А-1	0001	0	56	0000	0052	0000
				0010		кА
	0010	0	10	0170	0010	0000
	1	0	52	0000	0000	0000
	2	4	55	0170	0043	0004
	3	4	55	0170	0044	0005
	4	0	45	0005	0047	0005
	5	0	13	0004	0005	0004
	6	4	55	0170	0045	0005
	7	0	45	0005	0050	0005
	0020	0	13	0004	0005	0004
	1	0	00	0000	0000	0000
А-2	2	4	55	0170	0046	0005
	3	0	45	0005	0051	0005
	4	0	13	0004	0005	0004
	5	0	00	0000	0000	0000
	6	0	00	0004	0000	0007
	7	3	54	0060	0170	0170
	0030	0	16	0031	0012	0025
	1	0	54	0114	0004	0004
	2	0	13	0007	0004	0007
	3	3	54	0060	0170	0170
	4	0	16	0035	0012	0021
	5	0	54	0144	0004	0004
А-3	6	1	13	0004	0007	0170
	7	0	00	0000	0000	0021
	0040	0	00	0000	0000	0025
	1	1	12	7777	0012	0001
	2	0	56	0000	0120	0000
	3	0	00	0000	0000	0017
	4	0	00	0000	0000	0360
	5	0	00	0000	0000	7400

№ перфо- карт	Адреса ячеек	Команды				
	6	0	00	0000	0017	0000
	7	1	02	5000	0000	0000
	0050	1	02	3100	0000	0000
	1	1	02	1750	0000	0000
A-4	2	0	10	0001	0052	0000
	3	0	13	0041	0002	0041
	4	0	56	0000	0010	0000
				0120		
	0120	0	10	0021	0120	0000
	1	0	56	0000	0107	0000
κΣ-A		7	77	4172	1627	1033
П о д п р о г р а м м а D						
D-1	0021	0	52	0000	0000	0040
	2	2	55	0104	0170	0006
	3	2	54	0114	0170	0007
	4	4	72	0000	0006	0036
	5	2	55	0164	0167	0006
	6	0	72	0000	0007	0005
	7	2	55	0164	0167	0010
	0030	0	13	0006	0106	0006
	1	0	33	0010	0006	0000
	2	0	76	0000	0036	0000
	3	3	55	0105	0167	0167
D-2	4	5	75	0167	0006	0167
	5	0	16	0021	0036	0040
	6	0	00	0000	0000	0000
	7	1	12	7777	0022	0001
	0040	0	00	0000	0000	0000
	1	2	55	0164	0170	0006
	2	0	33	0005	0006	0000
	3	0	76	0000	0045	0000

№ перфо- карт	Адреса ячеек	Команды				
	4	0	00	0006	0000	0005
	5	1	12	7777	0041	0001
	6	0	13	0051	0005	0051
	7	0	52	0000	0000	0000
D -3	0050	3	55	0105	4200	4200
	1	1	12	0000	0050	0001
	2	0	52	0000	0000	0000
D -4	3	2	55	0104	0170	0006
D -5	4	4	72	0000	0006	0060
	5	2	14	0064	0167	0006
	6	0	72	0000	0006	0000
	7	5	13	4200	0106	4200
	0060	0	00	0000	0000	0000
	1	1	12	7777	0053	0001
	2	0	13	0067	0005	0067
	3	0	52	0000	0000	0000
	4	4	55	4200	0164	0010
	5	5	55	6100	0105	6100
	6	5	13	6100	0010	6100
	7	1	12	0000	0064	0001
D -6	0070	0	55	4200	0164	0010
	1	0	55	4200	0105	4200
	2	0	13	0102	0005	0102
	3	0	52	0000	0000	0000
	4	2	55	0164	4201	0006
	5	4	13	4200	0010	0010
	6	5	55	4201	0105	4201
	7	0	55	0010	0164	0010
	0100	5	13	4201	0010	4201
	1	0	00	0006	0000	0010
	2	1	12	7777	0074	0001
	3	0	56	0000	0141	0000

№ перфо- карт	Адреса ячеек	Команды					
<i>D -7</i>	4	0	00	0000	7777	0000	
	5	7	77	0000	7777	7777	
	6	0	00	0001	0000	0000	
	7	0	13	0045	0001	0045	
	0110	0	13	0037	0002	0037	
	1	0	13	0061	0002	0061	
	2	0	56	0000	0021	0000	
				0141			
	0141	0	00	0005	0000	0004	КА
	2	0	50	0500	0000	0005	
	3	0	70	0005	0000	0000	
	4	0	33	0162	0004	0000	
<i>D -8</i>	5	0	36	0162	0150	0006	
	6	0	00	0004	0000	0006	
	7	0	16	0165	0150	0156	
	0150	0	13	0163	0006	0153	
	1	0	52	0000	0000	0000	
	2	5	55	6100	0164	0010	
	3	0	00	0000	0000	0000	
	4	1	50	0500	0000	0007	
	5	0	70	0010	0000	0000	
	6	0	00	0000	0000	0000	
	7	0	13	0152	0162	0152	
0160	0	33	0004	0006	0004		
<i>D -9</i>	1	0	56	0000	0144	0000	
	2	0	00	0130	0000	0000	
	3	1	12	0000	0152	0001	
	4	0	00	7777	0000	0000	
	5	0	10	0020	0165	0000	
	6	0	56	0000	0160	0000	
<i>κΣ-D</i>		3	01	5402	6420	3574	<i>κΣ</i>

№ перфо- карт	Адреса ячеек	Команды					
П о д п р о г р а м м а Е							
E-1	0020	0	13	0034	0005	0034	
	1	0	13	0156	0002	0011	
	2	0	33	0151	0011	0010	
	3	0	00	0002	0000	0004	
	4	0	33	0010	0004	0000	
	5	0	76	0000	0044	0064	
	6	0	33	0004	0010	0006	
	7	0	54	0130	0006	0006	
	0030	0	52	0000	0000	0000	
	1	2	55	0146	4200	0020	
	2	0	33	0020	0006	0014	
	3	0	76	0000	0037	0000	
	E-2	4	1	12	0000	0031	0001
		5	6	52	7777	0000	0015
6		0	56	0010	0046	0014	
7		6	52	7777	0000	0015	
0040		0	14	0050	0014	0014	
1		0	33	0010	0014	0000	
2		0	76	0000	0046	0000	
3		0	56	0010	0046	0014	
4		0	00	0000	0000	0006	
5		0	16	0066	0052	0064	
6		0	72	0000	0015	0012	
7		2	55	0146	4200	0016	
E-3		0050	0	00	0143	0000	0064
		1	0	00	0144	0000	0065
	2	0	13	0157	0011	0107	
	3	0	54	0114	0011	0020	
	4	0	13	0107	0020	0107	
	5	0	54	0130	0004	0020	
	6	0	13	0153	0020	0127	
	7	0	52	0000	0000	0013	

№ перфо- карт	Адреса ячеек	Команды					
E-4	0060	2	55	0145	0170	0007	
E-5	1	4	72	0000	0007	0126	
	2	2	14	0064	0167	0007	
	3	0	55	0145	0007	0007	
	4	0	00	0000	0000	0000	
	5	0	00	0000	0000	0000	
	6	0	72	0000	0007	0000	
	7	2	55	0146	4200	0017	
	0070	0	33	0017	0006	0017	
	1	0	16	0126	0101	0110	
	2	0	33	0007	0015	0000	
	3	0	36	0000	0116	0000	
	4	0	33	0013	0014	0000	
	E-6	5	0	76	0000	0113	0000
		6	0	72	0000	0007	0000
7		2	55	0146	4200	0017	
0100		0	33	0017	0016	0017	
1		5	13	4200	0152	4200	
2		0	72	0000	0126	0000	
3		4	55	0170	0147	0020	
4		5	55	0170	0146	0170	
5		0	14	0064	0017	0017	
6		0	72	0000	0017	0000	
7		0	00	0000	0000	0000	
0110		0	00	0000	0000	0000	
E-7		1	0	13	0013	0150	0013
		2	0	56	0000	0126	0000
	3	0	13	0015	0151	0021	
	4	0	00	0154	0000	0064	
	5	0	00	0155	0000	0065	
	6	0	33	0012	0126	0000	
	7	0	76	0000	0125	0000	
	0120	0	72	0000	0126	0000	

№ перфо- карт	Адреса ячеек	Команды					
E-8	1	4	55	0170	0147	0020	
	2	5	55	0170	0146	0170	
	3	0	72	0000	0012	0000	
	4	5	75	0170	0020	0170	
	5	0	13	0012	0151	0012	
	6	0	00	0000	0000	0000	
	7	0	00	0000	0000	0000	
	0130	0	33	0010	0004	0000	
	1	0	76	0000	0162	0000	
	2	0	33	0004	0010	0004	
	3	0	33	0010	0004	0000	
	4	0	36	0000	0136	0000	
	5	0	00	0004	0000	0010	
	6	0	33	0011	0010	0011	
7	0	72	0000	0015	0000		
0140	3	55	0147	4200	4200		
E-9	1	5	13	4200	0016	4200	
	2	0	56	0000	0024	0000	
	3	0	33	0015	0007	0000	
	4	0	76	0000	0072	0110	
	5	0	00	0000	7777	0000	
	6	0	00	7777	0000	0000	
	7	7	77	0000	7777	7777	
	0150	0	00	0000	0000	0001	
	1	0	00	0000	0001	0000	
	2	0	00	0001	0000	0000	
	3	1	12	7777	0060	0001	
	4	0	33	0007	0021	0000	
	E-10	5	0	36	0000	0116	0110
		6	0	00	0000	0000	0170
7		3	75	0020	0000	0000	
0160		0	54	0050	0002	0002	
1		0	56	0000	0020	0000	

№ перфо- карт	Адреса ячеек	Команды					
	2	0	10	0020	0162	0000	
	3	0	56	0000	0020	0000	
κΣ-E		2	63	6376	2655	0121	κΣ
Подпрограмма F							
F -I	0020	0	16	0021	0071	0154	
F -2	I	0	33	0036	0002	0000	
	2	0	36	0036	0025	0006	
	3	0	00	0002	0000	0006	
	4	0	16	0036	0025	0033	
	5	0	13	0011	0006	0007	
	6	0	13	0037	0007	0031	
	7	0	14	0130	0011	0011	
	0030	0	13	0040	0011	0032	
	I	0	00	0000	0000	0000	
	2	0	00	0000	0000	0000	
	3	0	00	0000	0000	0000	
	4	0	33	0002	0006	0002	
F -3	5	0	56	0007	0021	0011	
	6	0	77	0000	0000	0770	
	7	0	50	0077	7777	7777	
	0040	0	70	0000	0000	0000	
				0071			κA
	I	0	54	0130	0002	0003	
	2	0	13	0153	0003	0153	
	3	0	13	0114	0005	0114	
	4	0	13	0150	0011	0150	
	5	0	14	0114	0011	0003	
	6	0	13	0116	0003	0116	
	7	0	13	0121	0003	0121	

№ перфо- карт	Адреса ячеек	Команды					
F -4	0100	0	13	0143	0003	0143	
	1	0	13	0003	0011	0003	
	2	0	13	0112	0003	0112	
	3	0	13	0137	0003	0137	
	4	0	13	0152	0003	0152	
	5	0	52	0000	0000	0010	
	6	2	55	0164	6077	0006	
	7	0	13	0010	0006	0010	
	0110	0	14	0064	0010	0003	
	1	4	72	0000	0003	0113	
	2	3	75	0161	0000	0000	
	3	0	00	0000	0000	0000	
	F -5	4	1	12	0000	0106	0001
		5	0	52	0000	0000	0000
6		2	55	0161	0000	0000	
7		0	76	0000	0121	0151	
0120		0	16	0153	0121	0151	
1		2	55	0155	0000	0101	
2		0	65	0157	0101	0102	
3		0	65	0157	0102	0103	
4		0	65	0157	0103	0104	
5		0	54	0104	0104	0104	
6		0	13	0103	0104	0103	
7		0	54	0104	0103	0103	
F -6		0130	0	13	0102	0103	0102
		1	0	54	0101	0102	0102
	2	0	54	0101	0102	0103	
	3	0	13	0102	0103	0102	
	4	0	13	0102	0101	0102	
	5	0	00	0000	0000	0000	
	6	0	00	0102	0000	0100	
	7	3	54	0064	0000	0000	
	0140	0	16	0141	0121	0135	
	1	0	54	0120	0102	0102	

№ перфо- карт	Адреса ячеек	Команды					
F -7	2	0	13	0102	0100	0100	
	3	2	54	0050	0000	0101	
	4	0	55	0156	0101	0101	
	5	0	16	0146	0122	0135	
	6	0	54	0140	0102	0102	
	7	0	00	0000	0000	0135	
	0150	1	75	0102	0100	0000	
	1	0	00	0000	0000	0000	
	2	3	75	0160	0000	0000	
	3	1	12	7777	0116	0001	
	4	0	00	0000	0000	0000	
	5	0	00	0000	0000	7777	
	6	0	00	0000	0000	0377	
	7	1	02	0631	4631	4632	
F -8	0160	7	00	0000	0000	0000	
	1	4	00	0000	0000	0000	
κΣ-F		7	33	0104	6267	3643	κΣ

ЛИТЕРАТУРА

1. Л. Т. Петрова, Н. Н. Карнаухова. Об одном алгоритме нахождения критического пути сетевого графика. Сборник "Вычислительные системы"; выпуск П, Новосибирск, 1964, стр.92-97.
2. Л. Я. Лейфман, Л. Т. Петрова. Некоторые алгоритмы для анализа ориентированных графов. Там же, стр.98-113.