

**Попов Владислав Сергеевич**  
Учитель информатики ГБОУ Цифровая школа,  
старший преподаватель кафедры  
«Информационные системы и телекоммуникации»  
МГТУ им. Н. Э. Баумана



## Новая задача ЕГЭ по информатике № 22: решение с помощью графа

Демонстрационная версия ЕГЭ по информатике 2023 года содержит новые задания 6 и 22. Как сказано на официальном сайте Рособнадзора, «задание 22 призвано привлечь внимание к параллельному программированию, технологиям организации многопроцессорных / многопоточных вычислений». Для выполнения задания необходимо использовать файл – электронную таблицу.

Задание № 22 из демонстрационного варианта:

В файле содержится информация о совокупности  $N$  вычислительных процессов, которые могут выполняться параллельно или последовательно. Будем говорить, что процесс  $B$  зависит от процесса  $A$ , если для выполнения процесса  $B$  необходимы результаты выполнения процесса  $A$ . В этом случае процессы могут выполняться только последовательно. Информация о процессах представлена в файле в виде таблицы. В первом столбце таблицы указан идентификатор процесса ( $ID$ ), во втором столбце таблицы – время его выполнения в миллисекундах, в третьем

столбце перечислены с разделителем «;»  $ID$  процессов, от которых зависит данный процесс. Если процесс является независимым, то в таблице указано значение 0.

Типовой пример организации данных в файле:

$ID$ процесса $B$	Время выполнения процесса $B$ (мс)	$ID$ процесса(ов) $A$
1	4	0
2	3	0
3	1	1; 2
4	7	3

Определите минимальное время, через которое завершится выполнение всей совокупности процессов, при условии, что все независимые друг от друга процессы могут выполняться параллельно.

Типовой пример имеет иллюстративный характер. Для выполнения задания используйте данные из прилагаемого файла.

Файл – электронная таблица с данными для решения задачи. Данная таблица является списком смежности графа – структурой данных, где

каждой вершине графа соответствует строка со списком смежных вершин, в отличие от матрицы смежности из задания № 1 ЕГЭ по информатике:

	A	B	C
	ID процесса B	Время выполнения процесса B (мс)	ID процесса(ов) A
1	1	4	0
2	2	3	0
3	3	1	1; 2
4	4	7	3
5	5	6	3
6	6	3	5
7	7	1	4; 6
8	8	2	7
9	9	7	0
10	10	8	0
11	11	6	9
12	12	6	10

Решим задачу, построив граф, вершинами которого будут ID процессов из первого столбца «ID процесса B», а рёбрами – связи процессов, заданные столбцами «ID процесса(ов) A» и «ID процесса B». Поскольку для выполнения процесса B иногда необходимы результаты выполнения процесса A, рёбра графа будут дугами (в теории графов ребро, имеющее направление, называется ориентированным ребром или дугой), а сам граф – ориентированным графом или орграфом. В столбце «ID процесса(ов) A» содержатся номера вершин графа, являющихся началом дуги, в столбце «ID процесса B» задан конец для каждой дуги (рис. 1).

Процессы с ID 1, 2, 9, 10 – независимые, не имеют предшествующих процессов и поэтому отображаются на графе как корневые вершины. Процесс № 3 может начаться только

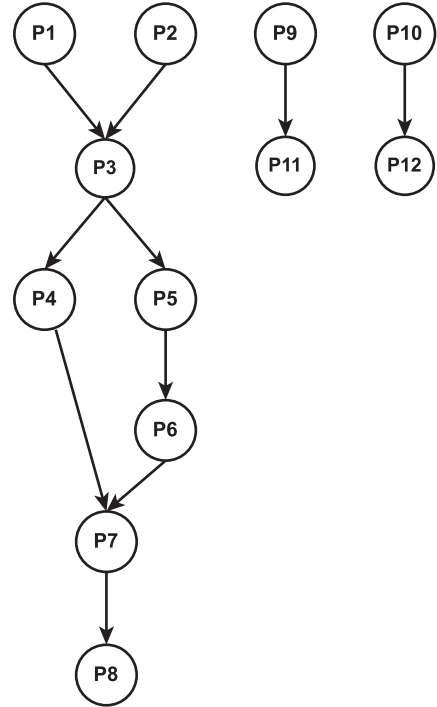


Рис. 1

по окончании выполнения процессов № 1 и 2, поэтому на графе отображены дуги P1 → P3, P2 → P3. Процессы № 4 и 5 зависят от результатов работы процесса № 3, чему соответствуют дуги P3 → P4 и P3 → P5. Таким образом, для решения задачи следует изменить форму представления информации с табличной на графическую, данные о дугах для вершин P1, P2, P3, P4, P5 получены из следующих строк таблицы:

	A	B	C
	ID процесса B	Время выполнения процесса B (мс)	ID процесса(ов) A
1	1	4	0
2	2	3	0
3	3	1	1; 2
4	4	7	3
5	5	6	3

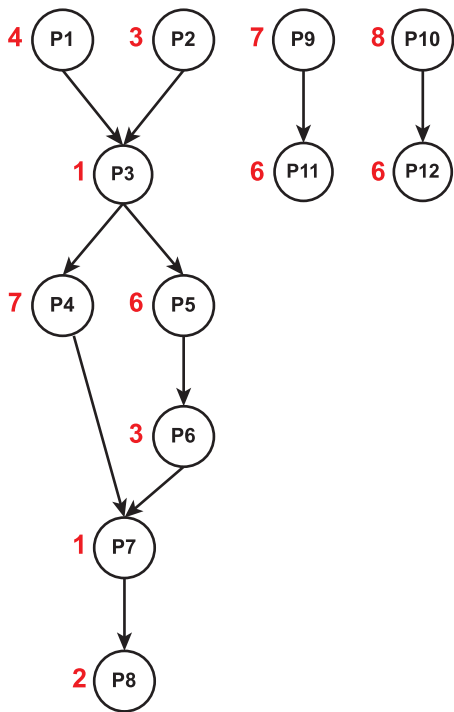


Рис. 2

Обозначим рядом с каждой вершиной графа время выполнения процесса из второго столбца таблицы «Время выполнения процесса  $V$  (мс)» – вес вершины. Получим граф со взвешенными вершинами (рис. 2).

Поскольку необходимо завершение выполнения всех процессов, для нахождения минимального времени выполнения всей совокупности процессов требуется найти путь от корневых до конечных вершин, имеющих наибольшую сумму весов вершин графа, и сложить веса каждой вершины на найденном пути. В данном случае это путь  $P1-P3-P5-P6-$

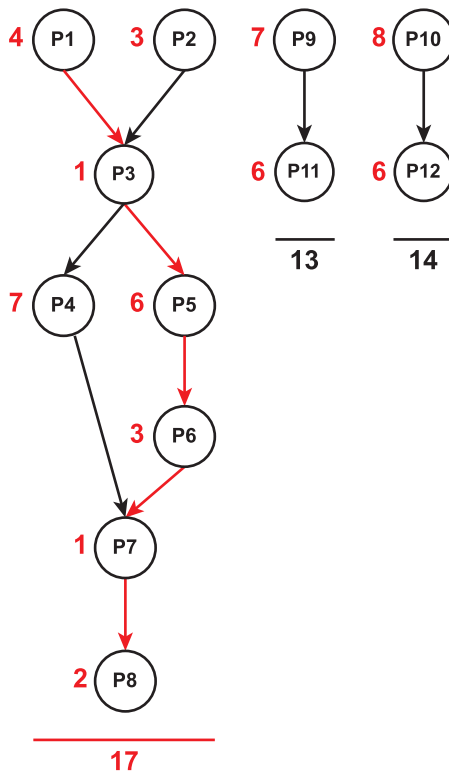


Рис. 3

$P7-P8$ . Обратите внимание, что граф для решения задачи состоит из трёх изолированных подграфов, и для корректного решения задачи наибольшую сумму весов следует найти для каждого из изолированных подграфов, после чего следует выбрать наибольшую из найденных сумм, поскольку все процессы должны быть выполнены по условию задачи (рис. 3).

Путь с наибольшей суммой показан красными стрелками. Таким образом, ответом на задание демонстрационного варианта ЕГЭ № 22 будет число 17.

## Дополнительные задания для самостоятельного решения

## Дополнительное задание № 1

	A	B	C
1	ID процесса B	Время выпол- нения процесса B (мс)	ID процесса(ов) A
2	1	4	0
3	2	3	0
4	3	2	0
5	4	3	1
6	5	8	4
7	6	6	2; 3
8	7	6	6
9	8	2	6
10	9	3	7; 8
11	10	2	8
12	11	5	7
13	12	1	9; 10

## Дополнительное задание № 2

	A	B	C
1	ID процесса B	Время выпол- нения процесса B (мс)	ID процесса(ов) A
2	1	2	0
3	2	1	1
4	3	3	1
5	4	3	2
6	5	1	3; 4
7	6	3	5
8	7	4	5; 6
9	8	9	0
10	9	4	8
11	10	4	0
12	11	6	10
13	12	5	11

## Дополнительное задание № 3

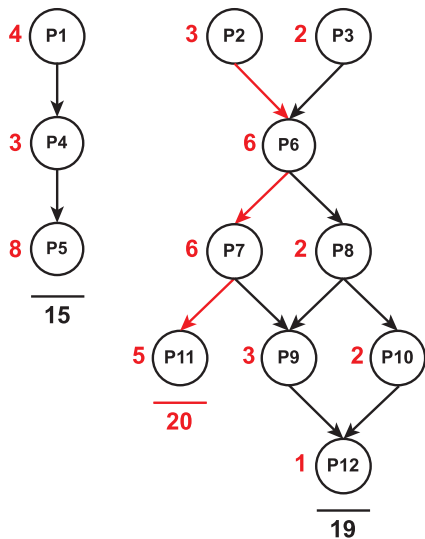
	A	B	C
1	ID процесса B	Время выпол- нения процесса B (мс)	ID процесса(ов) A
2	1	6	0
3	2	7	1
4	3	9	1
5	4	1	2
6	5	5	3; 4
7	6	7	5
8	7	9	0
9	8	8	0
10	9	7	7; 8
11	10	6	9
12	11	5	9
13	12	9	10; 11

## Дополнительное задание № 4

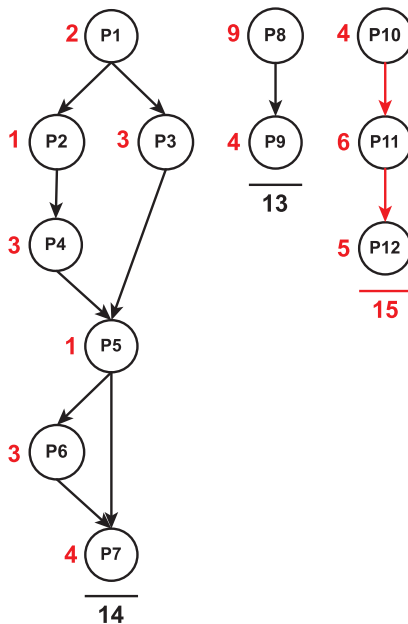
	A	B	C
1	ID процесса B	Время выпол- нения процесса B (мс)	ID процесса(ов) A
2	1	5	0
3	2	6	0
4	3	8	0
5	4	5	1; 2
6	5	4	4
7	6	9	3; 4
8	7	7	5
9	8	8	5
10	9	1	6
11	10	5	7; 8; 9
12	11	3	9
13	12	9	11

**Ответы на дополнительные задания**

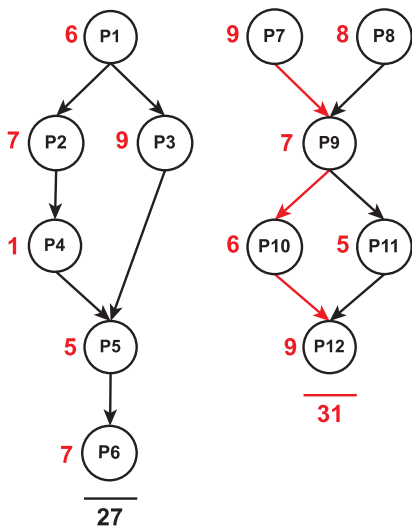
Ответ  
на дополнительное задание № 1: 20



Ответ  
на дополнительное задание № 2: 15



Ответ  
на дополнительное задание № 3: 31



Ответ  
на дополнительное задание № 4: 33

