

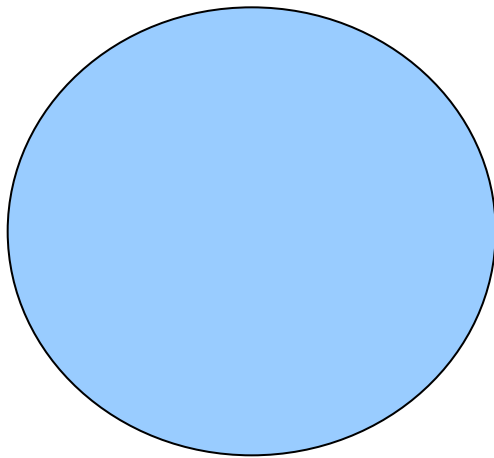
Сетевые модели и графики

Построение сетевого графика и расчет его временных параметров

- По исходным данным построить сетевой график проекта.
- Рассчитать временные характеристики сетевого графика.

№ п.п	Код операции	Предшествующие операции	Продолжительность операции
1	A	--	2
2	B	--	4
3	C	--	6
4	D	A	3
5	E	A	5
6	F	C	8
7	G	C	2
8	H	B,E	9
9	I	B,E	6
10	J	B,E	5
11	M	D,H	7
12	N	G	3
13	L	D,H	8

Условные обозначения при построении графа работы на дугах



Событие



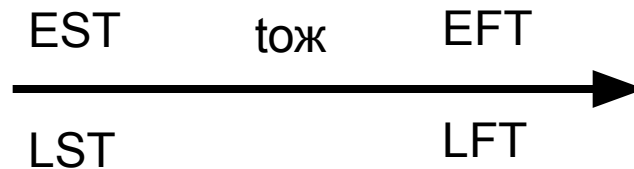
Работа или операция



Фиктивная работа

Условные обозначения при построении графа работы на дугах

Работа или операция имеет 5 временных характеристик:



- Продолжительность работы – тож
- Раннее начало работы – EST
- Раннее окончание работы – EFT
- Позднее начало работы – LST
- Позднее окончание работы – LFT

Условные обозначения при построении графа работы на дугах

- $t_{ож}$ — календарное время, которое занимает выполнение работы;
- EST_i — наиболее ранний из возможных сроков начала выполнения работы;
- $EFT_i = EST_i + t_{ож}$;
- LFT_i — наиболее позднее время окончания работы;
- $LST_i = LFT_i - t_{ож}$;

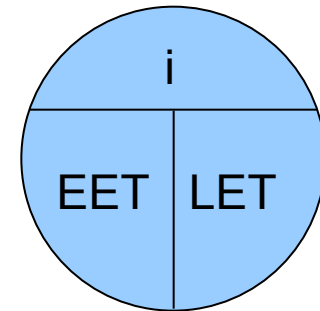
Условные обозначения при построении графа «работы на дугах»

Событие в графе имеет:

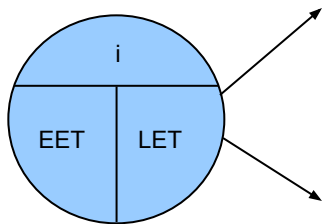
i – свой порядковый номер;

EET – раннее время свершения события;

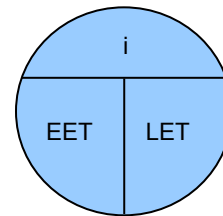
LET – позднее время свершения события.



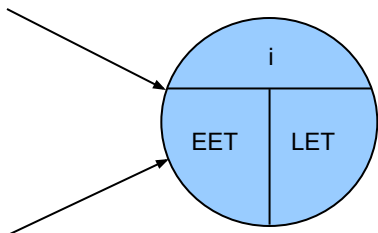
Различают события:



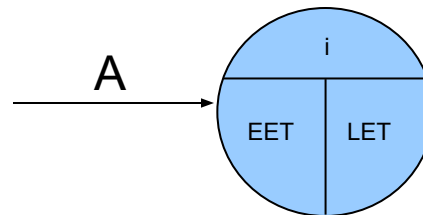
Исходное



Начальное для
конкретной работы



Завершающее



Конечное для
конкретной работы

Условные обозначения при построении графа работы на дугах

- EET – наиболее ранний из возможных сроков свершения того или иного события. Этот срок определяется величиной наиболее длительного отрезка пути от исходного события до рассматриваемого события.
- LET – это наиболее поздний из допустимых сроков свершения события.

Любая последовательность следующих друг за другом работ и событий в модели называется **путь**.

Полный путь – это путь, который связывает исходное и завершающее события сетевой модели.

Условные обозначения при построении графа работы на дугах

Неполные пути -- это все остальные пути в модели.

Сумма продолжительности работ, составляющих путь, называется **продолжительностью** пути.

CP – самый продолжительный путь называется **критическим** путем.

События и работы, лежащие на критическом пути, называются критическими.

Условные обозначения при построении графа работы на дугах

- F – резерв времени наступления события. Это разница между поздним и ранним временем наступления этого события.
- TF – **полный** резерв времени. Это максимально возможный запас времени для выполнения данной работы сверх продолжительности самой работы при условии, что в результате такой задержки конечное для данной работы событие наступит не позднее, чем в свой поздний срок.

Условные обозначения при построении графа работы на дугах

- **FF – свободный** резерв времени. Это запас времени, которым можно располагать при выполнении работ при условии, что предшествующее и последующее события работы наступают в свои самые ранние сроки.
- **IF – независимый** резерв времени. Это запас времени на который можно отложить выполнение работы, без риска повлиять на какие-либо сроки наступления любых событий в модели.

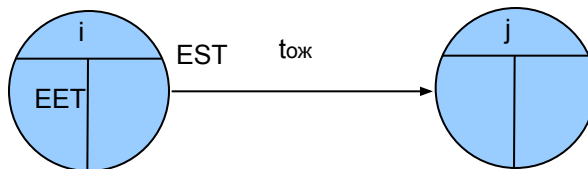
Модели расчета показателей

Свяжем временные параметры событий и работ в сетевой модели.

Раннее время начала работ совпадает с ранним временем наступления начального события для данной работы.

$$EST_{ij} = EET_i,$$

где i – номер события из которого работа выходит;
 j – номер события в которое работа входит.



Модели расчета показателей

Позднее время окончания работ совпадает с поздним временем наступления конечного для данной работы события.

$$LFT_{ij} = LET_j$$



Раннее время окончания работ рассчитывается

$$EFT_{ij} = EST_{ij} + t_{ij}$$

Позднее время начала работ рассчитывается

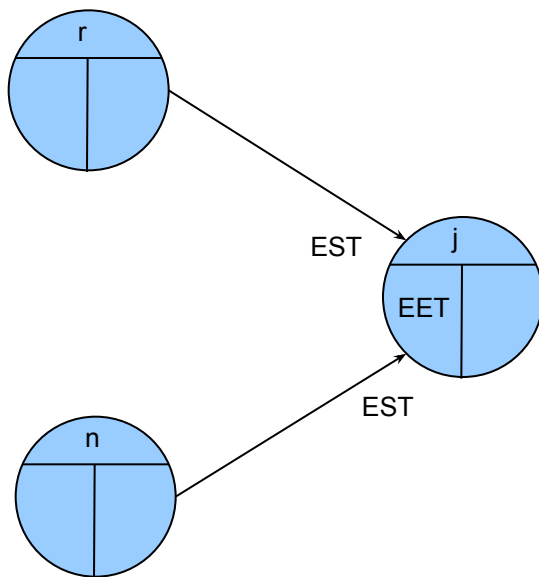
$$LET_{ij} = LFT_{ij} - t_{ij}$$

Модели расчета показателей

Раннее время наступления события рассчитывается

$$EET_j = \max \left[EFT_{rj}, EFT_{nj}, \dots \right]$$

т.е. совпадает с самым поздним временем окончания из всех работ, для которых данное событие является конечным.

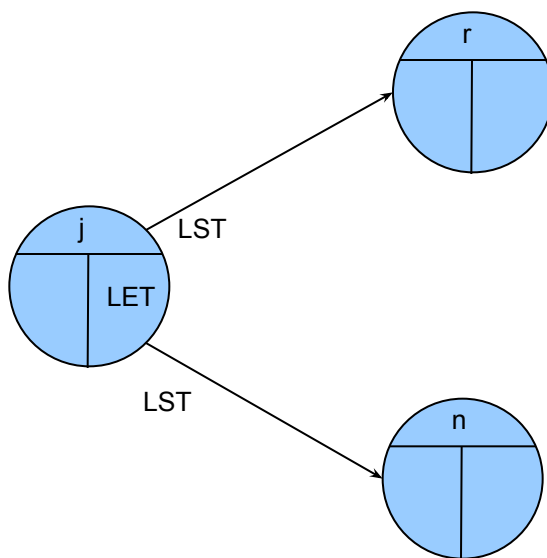


Модели расчета показателей

Позднее время наступления события рассчитывается

$$LET_j = \min \left[LST_{jr}, LST_{jn}, \dots \right]$$

т.е. совпадает с самым ранним временем начал из всех работ, для которых данное событие является начальным.



Модели расчета показателей

Для исходного и завершающего события сетевой модели EET будет совпадать с LET

$$EET_s = LET_s \text{ и } EET_f = LET_f$$

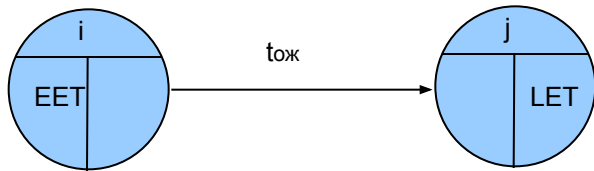
Для исходного события, как правило, начальный момент времени принимается за ноль

$$EET_s = LET_s = 0$$

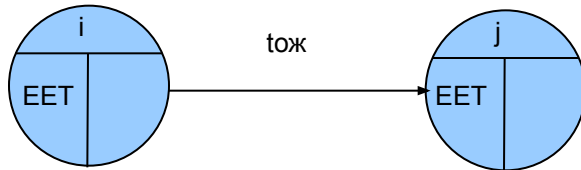
Момент наступления завершающего события находится путем расчета и совпадает с продолжительностью критического пути

$$EET_f = LET_f = CP$$

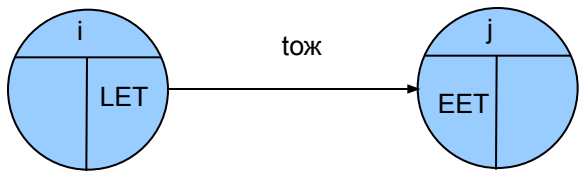
Модели расчета показателей



Полный резерв времени работы
 $TF = LET_j - EET_i - тож$

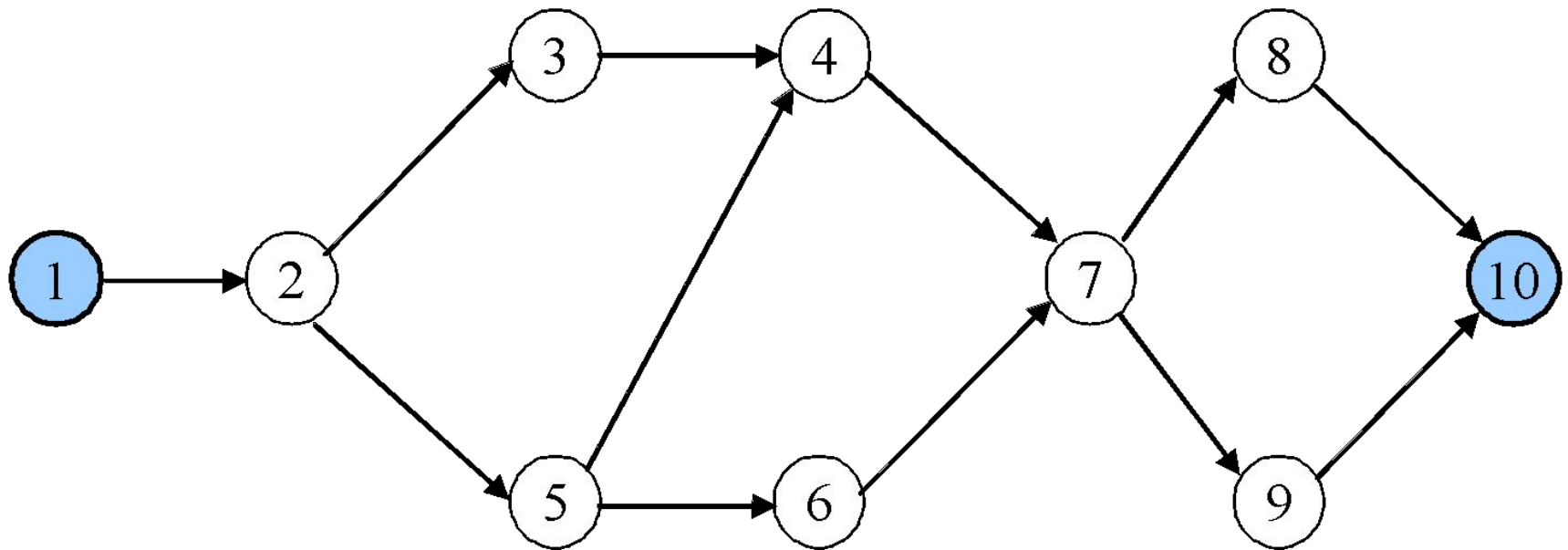


Свободный резерв времени работы
 $FF = EET_j - EET_i - тож$



Независимый резерв времени работы
 $IF = EET_j - LET_i - тож$

Сетевой график проекта



Раннее время начала каждой работы проекта:

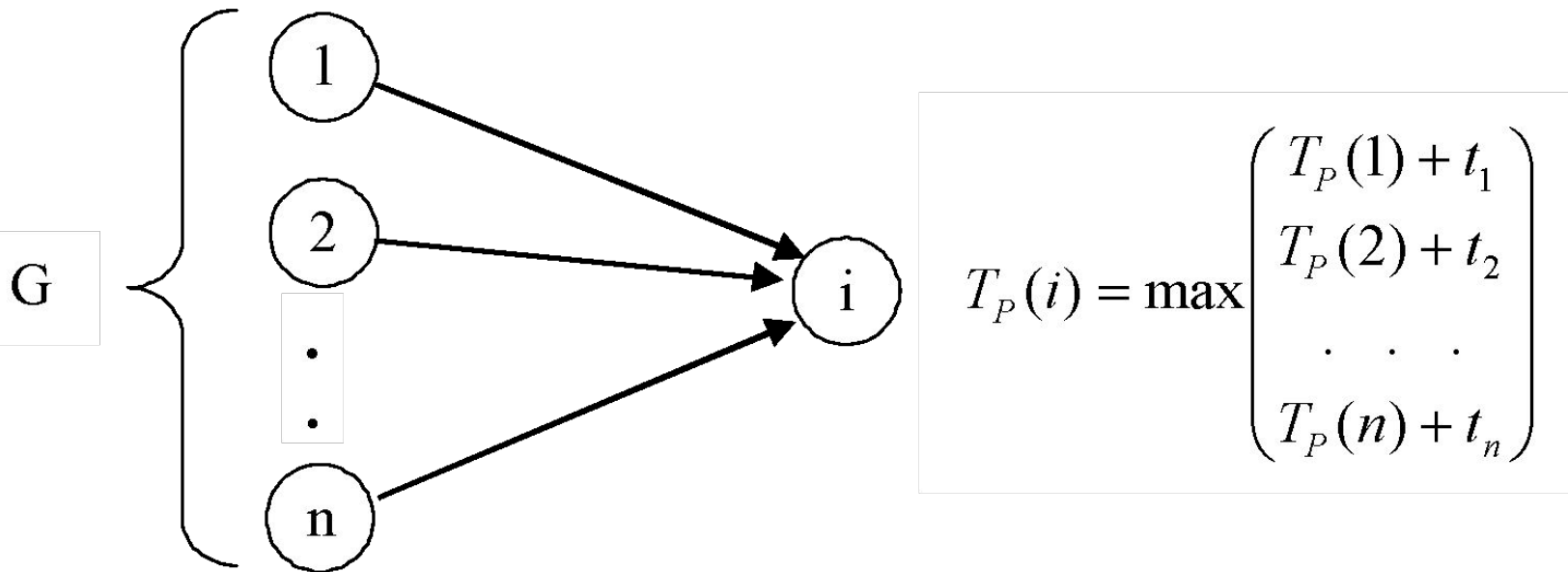
$$T_P(i) = \max_{j \in G} (T_P(j) + t_j)$$

$T_P(i)$ – раннее время начала работы i ,

t_i – время выполнения работы i ,

G – множество работ, непосредственно предшествующих работе i .

Схема вычисления раннего времени начала работы



**Позднее время начала
каждой работы проекта:**

$$T_{\Pi}(i) = \min_{j \in H} (T_{\Pi}(j) - t_j)$$

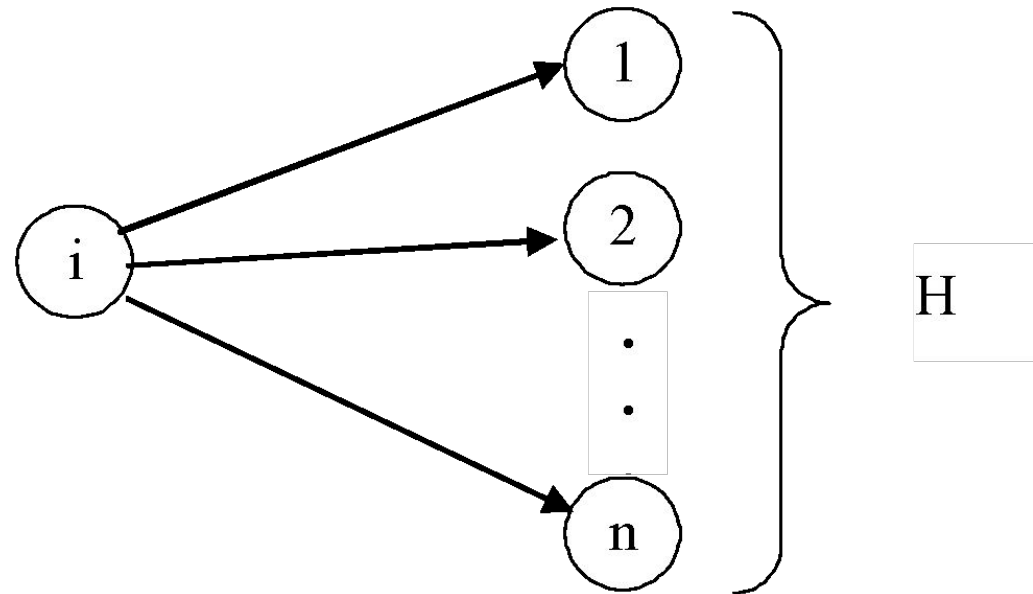
$T_{\Pi}(i)$ – позднее время начала работы i ,

t_i – время выполнения работы i ,

G – множество работ, непосредственно предшествующих работе i .

Схема вычисления позднего времени начала работы

$$T_{II}(i) = \min \begin{pmatrix} T_{II}(1) - t_1 \\ T_{II}(2) - t_2 \\ \dots \\ T_{II}(n) - t_n \end{pmatrix}$$

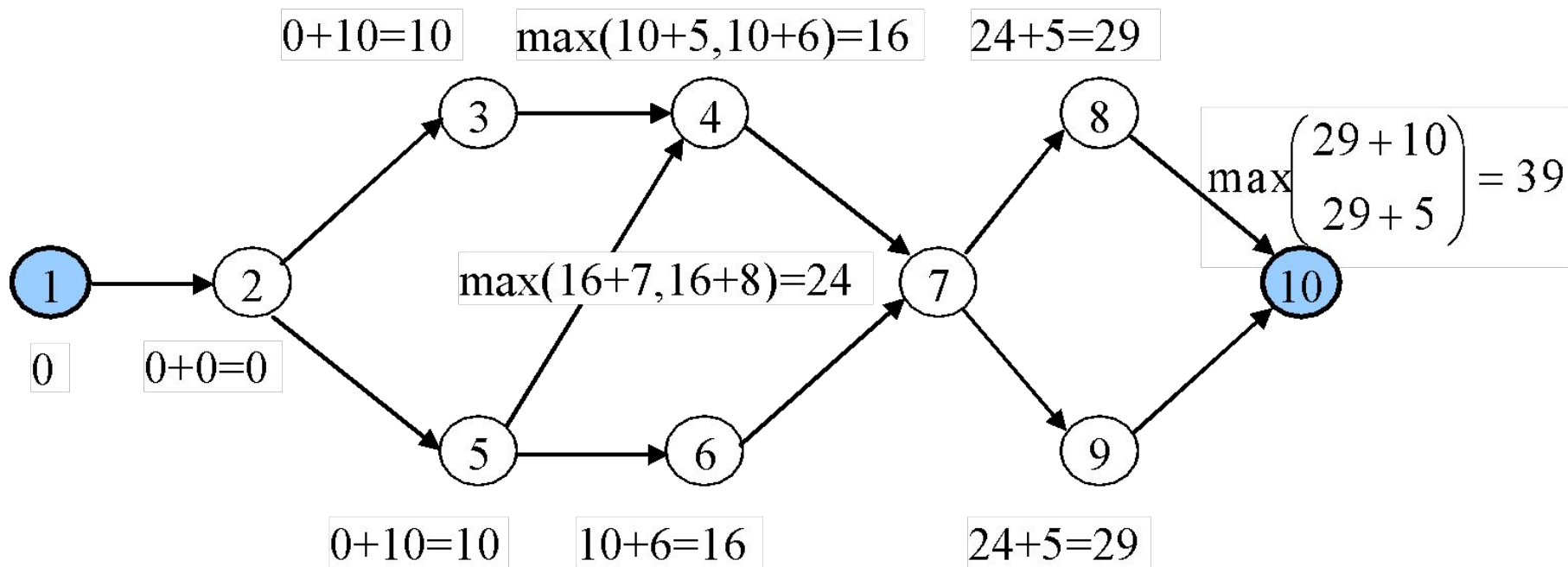


Резерв времени $R(i)$:

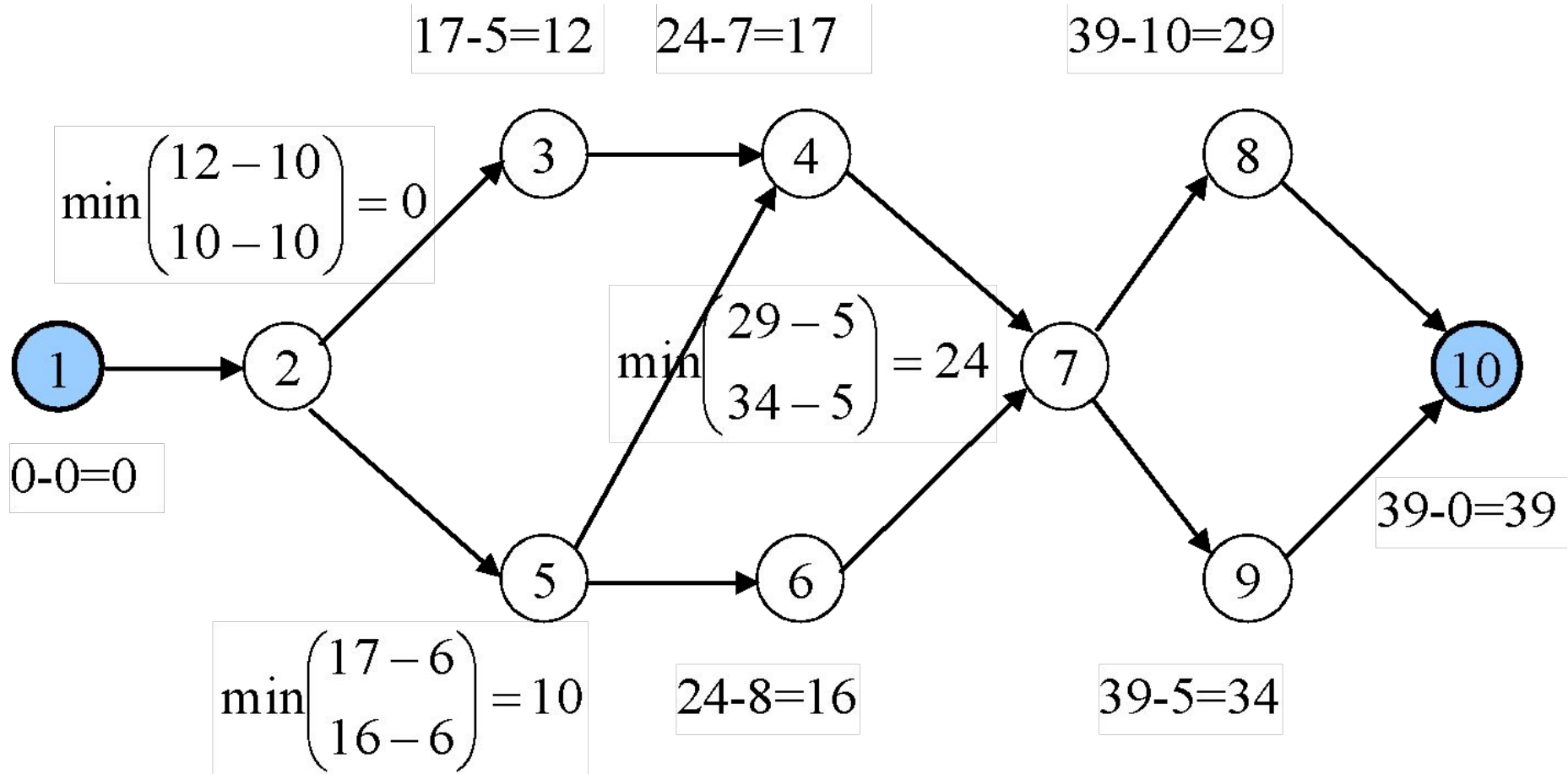
$$R(i) = T_{\Pi}(i) - T_P(i).$$

Для критических работ резерв времени равен нулю.
Поэтому усилия менеджера проекта должны быть направлены в первую очередь на обеспечение своевременного выполнения этих работ.

Вычисление раннего времени начала работ



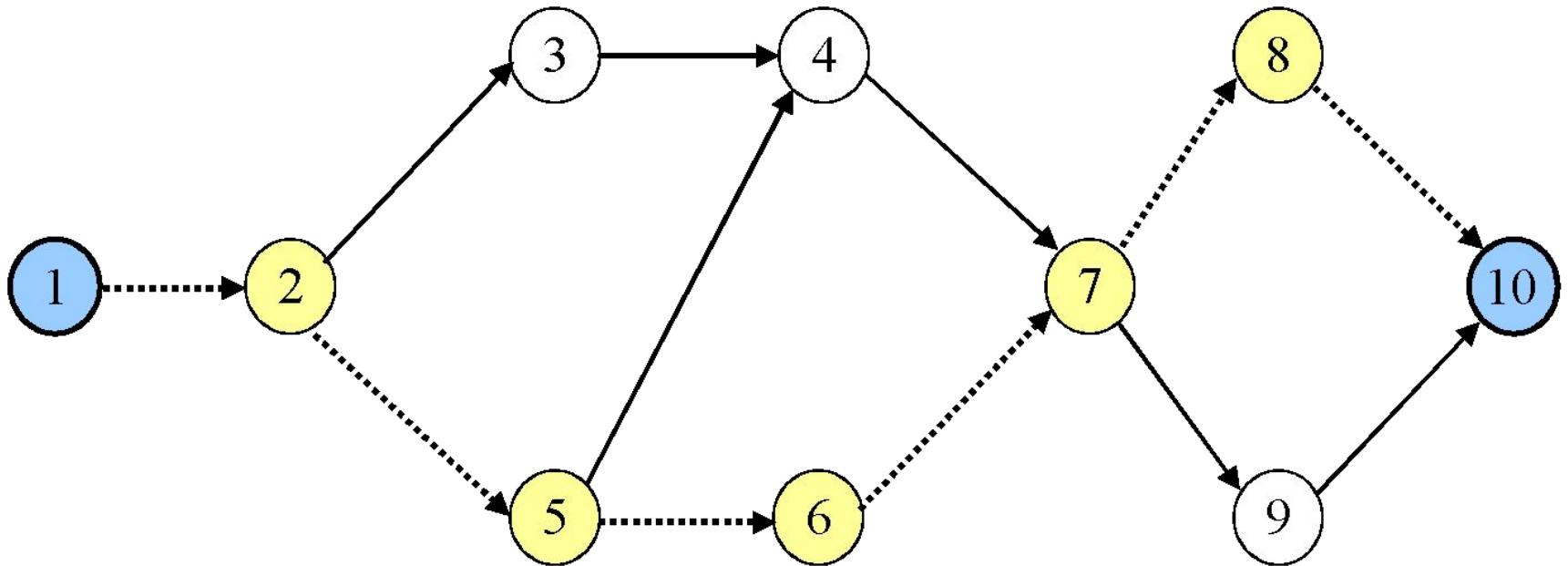
Вычисление позднего времени начала работ



Сводные результаты расчётов

<i>Работа</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Раннее время начала</i>	0	0	10	16	10	16	24	29	29	39
<i>Позднее время начала</i>	0	0	12	17	10	16	24	29	34	39
<i>Резерв времени</i>	0	0	2	1	0	0	0	0	5	0

Критический путь проекта



Пример составления и расчёта сетевого графика:

Проект *Внедрение бухгалтерской системы*

для небольшой бухгалтерии,
содержащей порядка 10 рабочих
мест

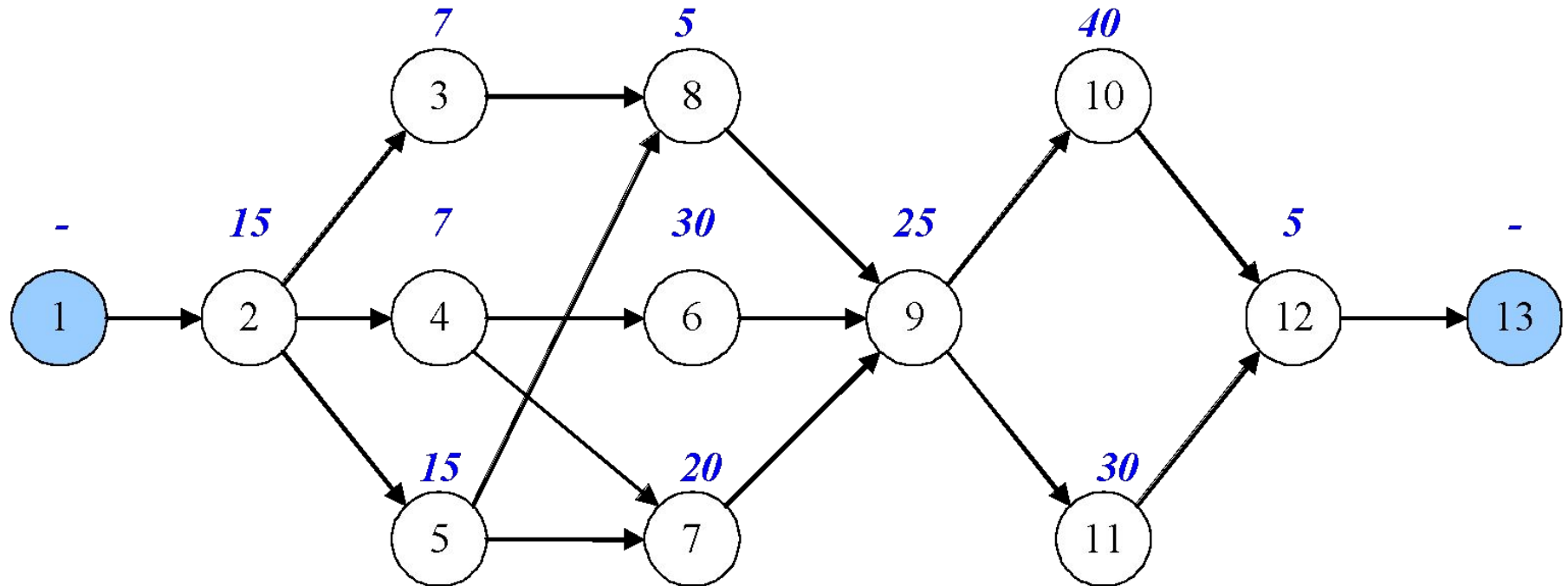
Этап 1. Составление перечня работ

<i>№</i>	<i>Название работы</i>	<i>Длительность</i>
1.	Начало проекта	–
2.	Выбор системы	15
3.	Приобретение программного обеспечения	7
4.	Составление проекта сети	7
5.	Приобретение компьютеров и сетевого оборудования	15
6.	Обучение администратора и программиста	30
7.	Монтаж локальной сети	20
8.	Установка ПО на компьютеры	5
9.	Установка сетевого ПО, настройка сети	25
10.	Ввод начальных данных в информационную базу	40
11.	Обучение персонала	30
12.	Передача в эксплуатацию	5
13.	Конец проекта	–

Этап 2. Определение взаимосвязей между работами

<i>№</i>	<i>Название работы</i>	<i>Предшественники</i>
1.	Начало проекта	–
2.	Выбор системы	1
3.	Приобретение программного обеспечения	2
4.	Составление проекта сети	2
5.	Приобретение компьютеров и сетевого оборудования	2
6.	Обучение администратора и программиста	4
7.	Монтаж локальной сети	4; 5
8.	Установка ПО на компьютеры	3; 5
9.	Установка сетевого ПО, настройка сети	6; 7; 8
10.	Ввод начальных данных в информационную базу	9
11.	Обучение персонала	9
12.	Передача в эксплуатацию	10; 11
13.	Конец проекта	–

Этап 3. Составление сетевого графика работ



Этап 4. Вычисление раннего времени начала работ

<i>Работа</i>	<i>Предшественники</i>		<i>Вычисление</i>	<i>Раннее время начала</i>	
	<i>№</i>	<i>Раннее время начала</i>			<i>Длительность</i>
1	–	–	–	0	
2	1	0	0	0 + 0	0
3	2	0	15	0 + 15	15
4	2	0	15	0 + 15	15
5	2	0	15	0 + 15	15
6	4	15	7	15 + 7	22
7	4	15	7	Max(15 + 7; 15 + 15)	30
	5	15	15		
8	3	15	7	Max(15 + 7; 15 + 15)	30
	5	15	15		
9	6	22	30	Max(22+30; 30+20; 30+5)	52
	7	30	20		
	8	30	5		
10	9	52	25	52 + 25	77
11	9	52	25	52 + 25	77
12	10	77	40	Max(77+40; 77+30)	117
	11	77	30		
13	12	117	5	117 + 5	122

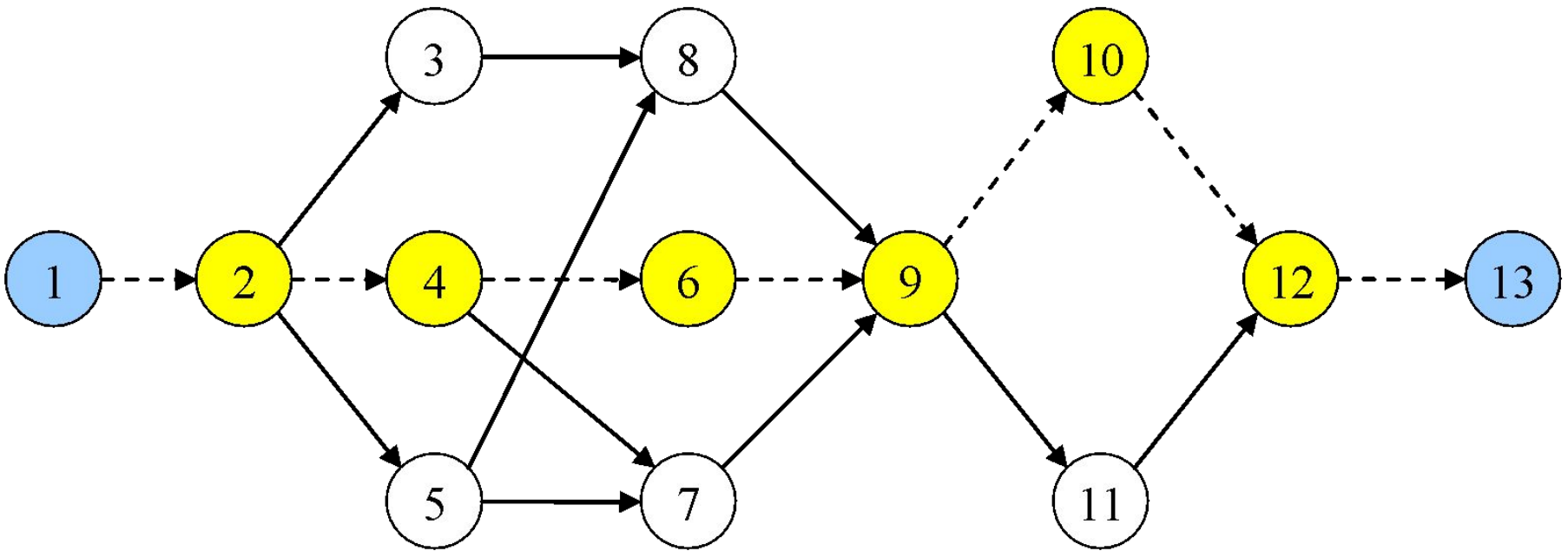
Этап 5. Вычисление позднего времени начала работ

<i>Работа</i>	<i>Последователи</i>		<i>Длительность</i>	<i>Вычисление</i>	<i>Позднее время начала</i>
	<i>№</i>	<i>Позднее время начала</i>			
13	–	–	–	–	122
12	13	122	5	122 – 5	117
11	12	117	30	117 – 30	87
10	12	117	40	117 – 40	77
9	10 11	77 87	25	Min(77–25; 87–25)	52
8	9	52	5	52 – 5	47
7	9	52	20	52 – 20	32
6	9	52	30	52 – 30	22
5	7 8	32 47	15	Min(32–15; 47–15)	17
4	6 7	22 32	7	Min(22–7; 32–7)	15
3	8	47	7	47 – 7	40
2	3 4 5	40 15 17	15	Min(40–15; 15–15; 17–15)	0
1	2	0	0	0 – 0	0

Этап 6. Вычисление резерва времени работ

<i>Работа №</i>	<i>Раннее время начала</i>	<i>Позднее время начала</i>	<i>Резерв времени</i>
1.	0	0	0
2.	0	0	0
3.	15	40	25
4.	15	15	0
5.	15	17	2
6.	22	22	0
7.	30	32	2
8.	30	47	17
9.	52	52	0
10.	77	77	0
11.	77	87	10
12.	117	117	0
13.	122	122	0

Этап 7. Нахождение критического пути

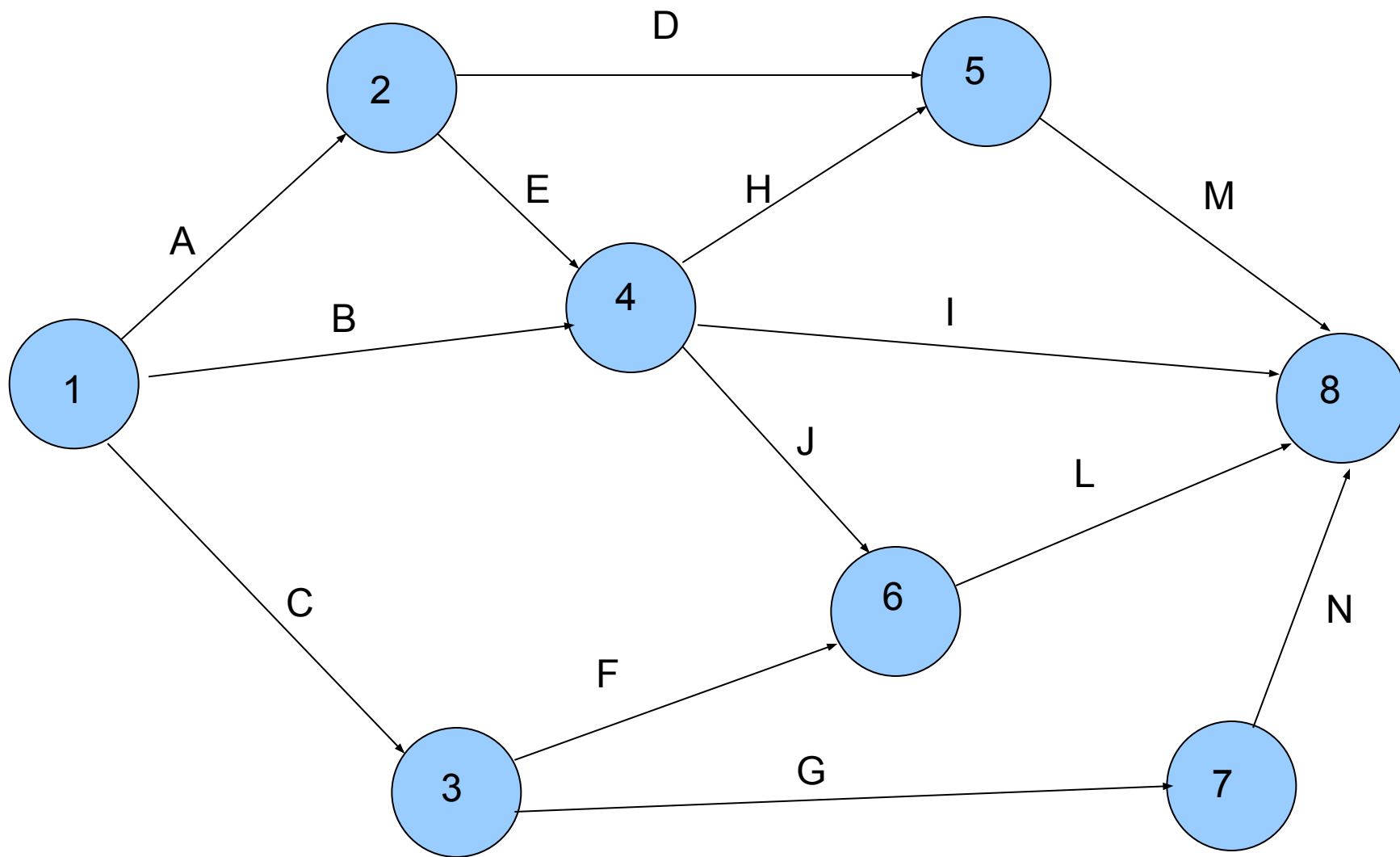


Построение сетевого графика и расчет его временных параметров

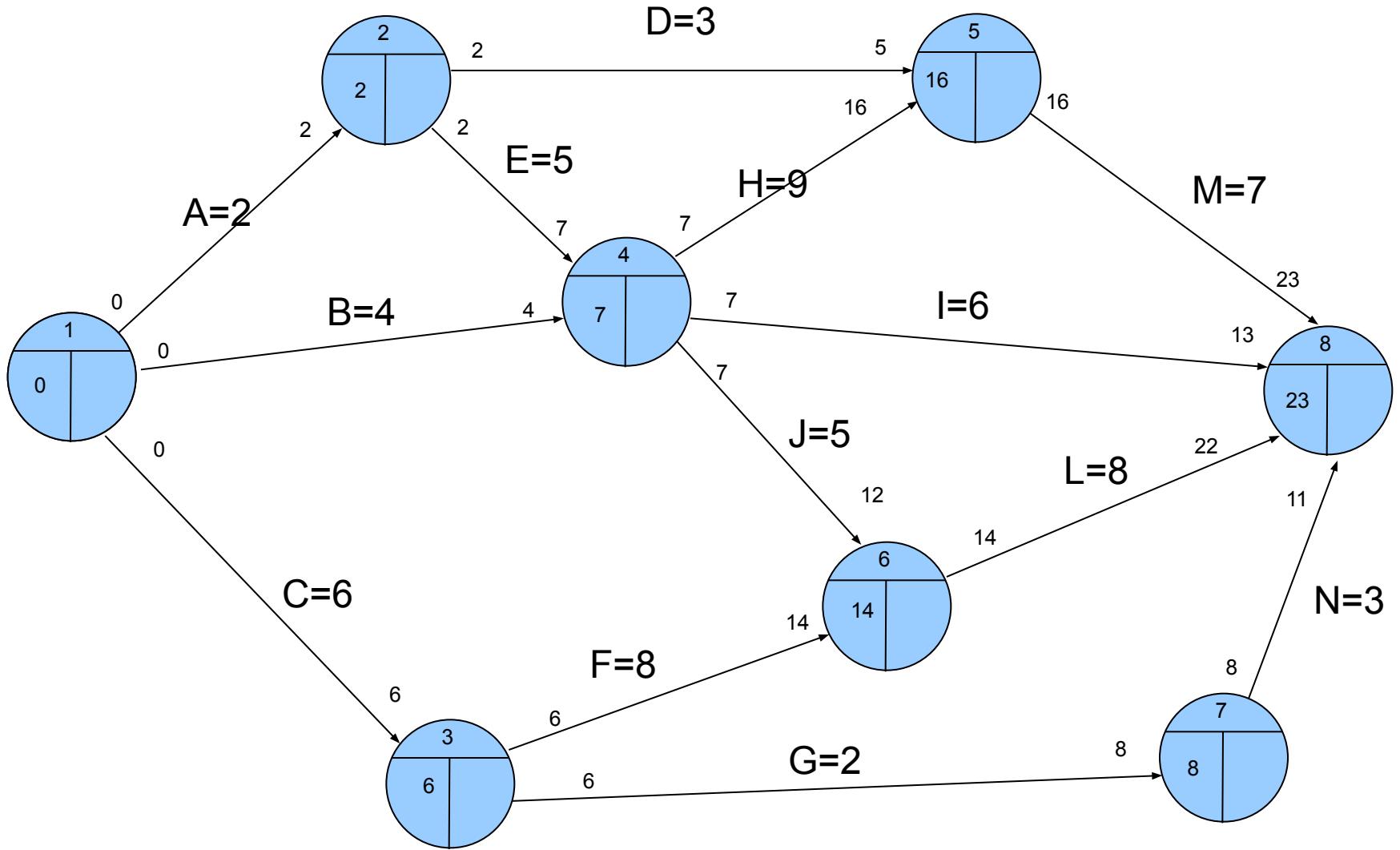
- По исходным данным построить сетевой график проекта.
- Рассчитать временные характеристики сетевого графика.

№ п.п	Код операции	Предшествующие операции	Продолжительность операции
1	A	--	2
2	B	--	4
3	C	--	6
4	D	A	3
5	E	A	5
6	F	C	8
7	G	C	2
8	H	B,E	9
9	I	B,E	6
10	J	B,E	5
11	M	D,H	7
12	N	G	3
13	L	D,H	8

Построение графа с работами на дугах и событиями в узлах

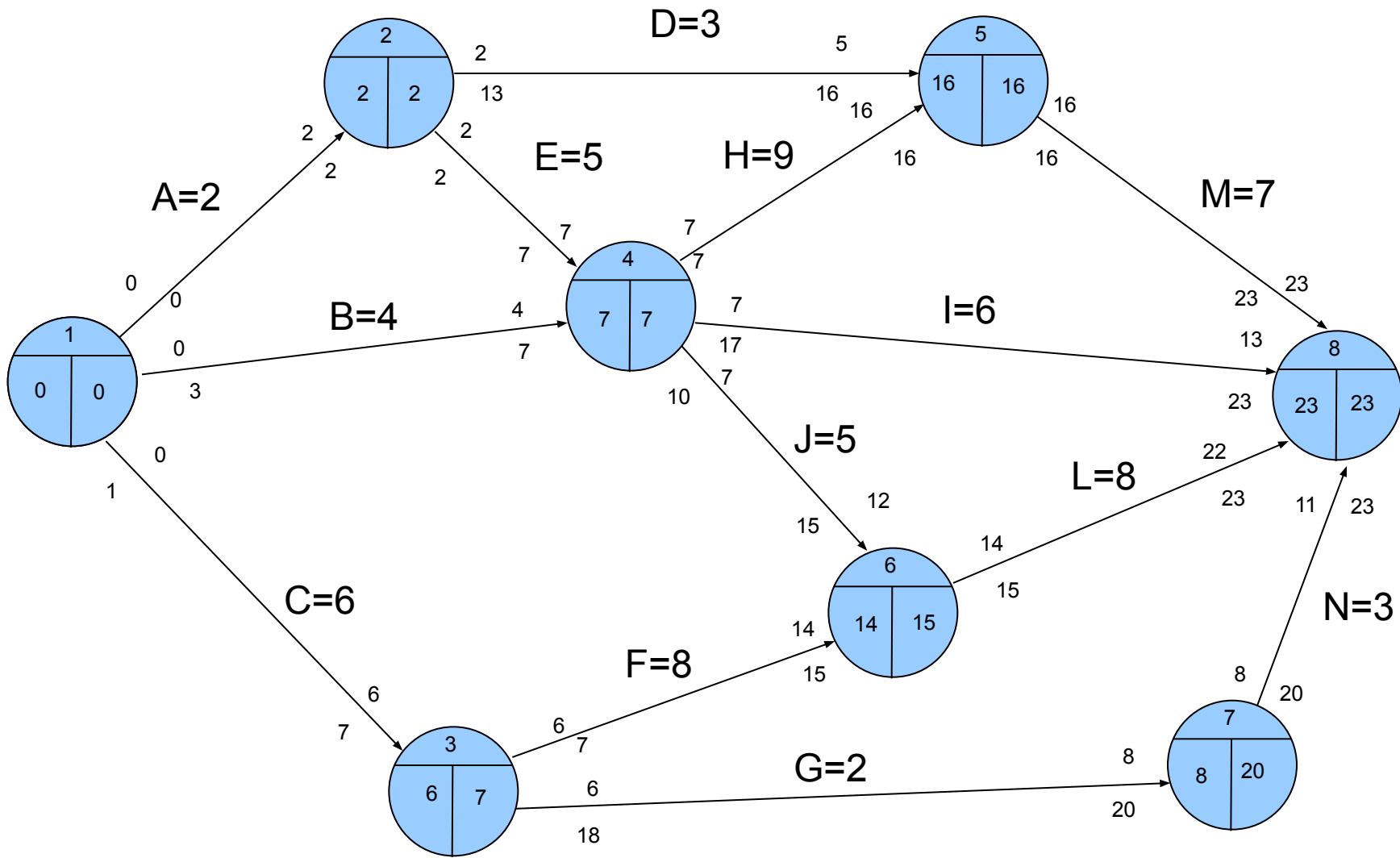


Расчет ранних временных сроков работ и событий сетевого графа

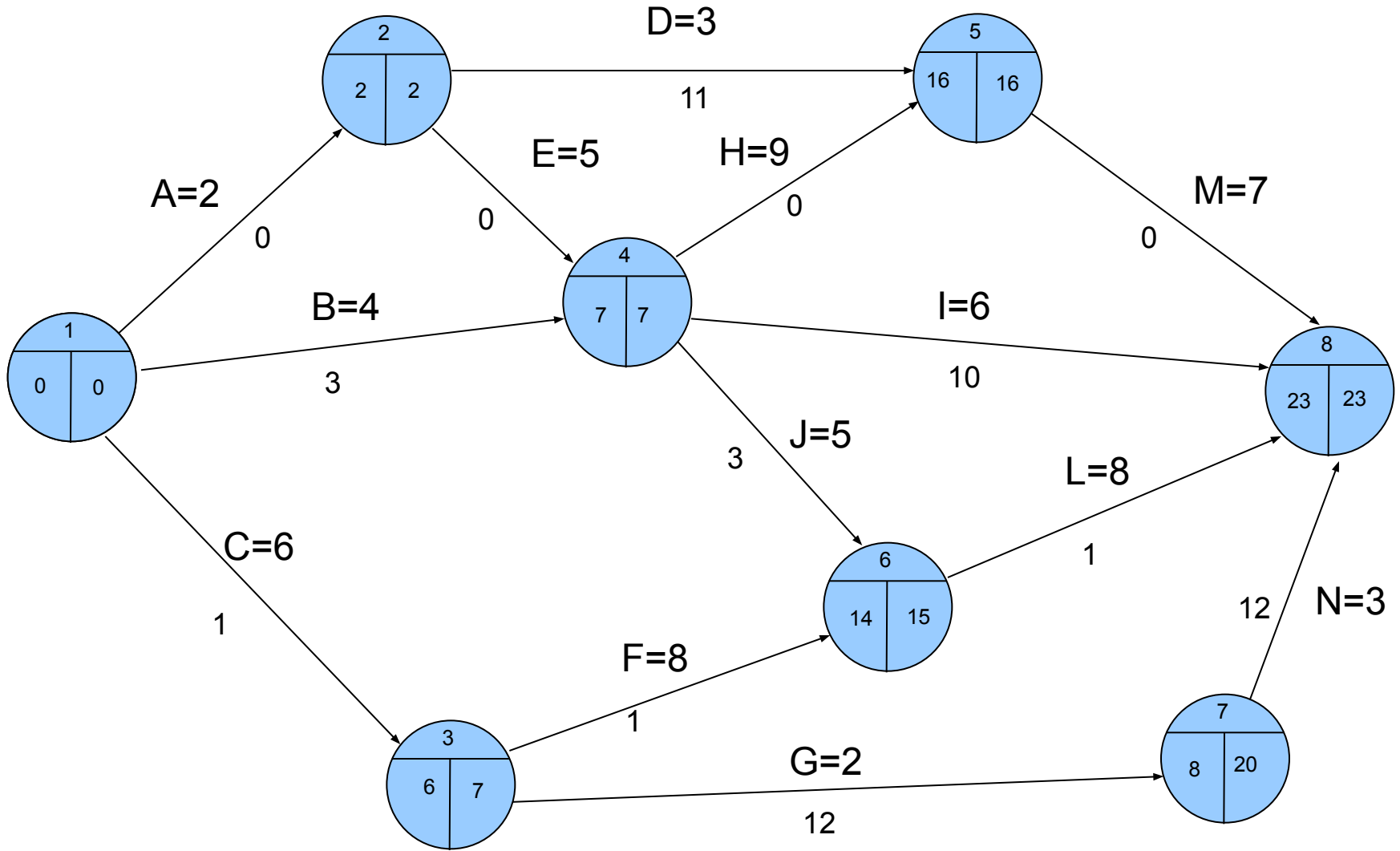


Самый длинный полный путь составляет 23 временные единицы

Расчет поздних временных сроков работ и событий сетевого графа

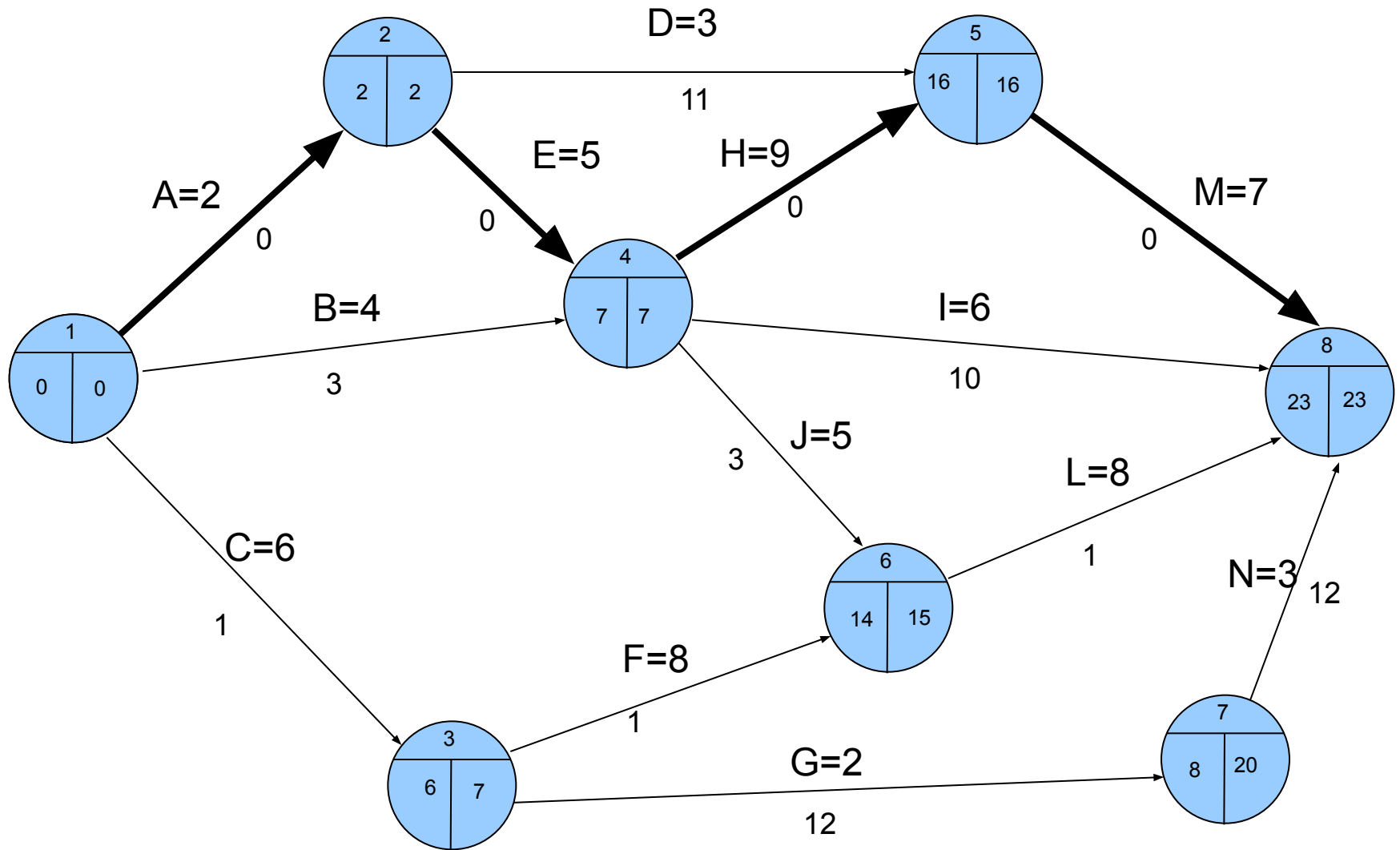


Расчет полного резерва времени работ сетевого графа



Работы, полный резерв времени которых равен 0, лежат на критическом пути

Работы критического пути выделяют на графе особо



Критический путь составляют работы: A – E – H – M