



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

-

:

(4- 6)

...
rotarvg@ya.ru



()

4.

:

5.

6.



4:

Что такое понятие «путь» в сетевом графике?

Каждая работа в сетевом графике имеет свою продолжительность, рассчитанную на основе подлежащих к выполнению объёмов работ. Пройдя от исходного события (*I - исток*) к завершающему (*S - сток*), последовательно, по цепочке работ и зависимостей, можно подсчитать общую продолжительность работ в каждой цепочке.

Путь – это непрерывная последовательность работ в сетевом графике. Длина искомого пути по времени определяется суммой продолжительности составляющих этот путь работ.

В сетевом графике между исходным (*I - исток*) и завершающим (*S- сток*) событием может быть несколько путей, различных по продолжительности.

Что называется полным путём сетевого графика?

Путь от исходного (*I*) до завершающего (*S*) события сетевого графика называют **полным**.

Участок пути от исходного события до данного события называют **предшествующим**.

Путь от данного события до любого последующего называют **последующим** путём.

Его временная длина определяет срок выполнения всех работ в сетевом графике.

В сетевом графике может быть несколько критических путей.

Критический путь на сетевом графике выделяется утолщённой линией или каким-либо другим способом.

СРС4.1: Определение продолжительностей работ

(t_{ij} , в днях)

4.1.1 **Вариант А** / Продолжительность работы - детерминированная (фиксированная) величина (см. первый столбец генератора проекта)

4.1.2 **Вариант В** / Продолжительность работы - случайная (вероятностная) величина (постулируется β – распределение, см. первые три столбца генератора проекта)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												

Примечание: По варианту А расчет t_{ij} выполняют только те студенты, у которых при заполнении матрицы генератора в её юго-восточный угол полностью вошла либо «Фамилия», либо «Имя», либо «Отчество». Во всех остальных случаях расчет ведется по варианту В.



СРС4.1.1 : Вариант А / Фиксированные (детерминированные) продолжительности работ

Продолжительность i -й работы определяется порядковым номером в алфавите кириллицы буквы, находящейся на пересечении i -й строки и первого столбце в матрице генератора проекта (см. СРС1.1)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	AoN
(1,3)	(3,5)	(5,9)	(1,2)	(5,7)	(10,13)	(3,4)	(11,12)	(4,12)	(5,6)	(12,13)	(8,13)	A A
18	16	1	3	16	4	10	30	18	25	20	3	, t _{ij} ()

СРС4.1.1: Вариант В / Постулируется В – распределение

$$t = \frac{a + 4m + b}{6}$$

где

a – оптимистическая оценка длительности работы;

b – пессимистическая оценка длительности работы;

m – наиболее вероятная оценка длительности работы;

t – ожидаемая длительность работы.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
a	/18	/12	/1	/3	/16	/4	/3	/10	/18	/16	/10	/3
m	/20	/16	/4	/18	/16	/10	/4	/16	/18	/24	/16	/3
b	/30	/18	/10	/18	/18	/24	/10	/30	/18	/24	/20	/20
АоА	(1,3)	(3,5)	(5,9)	(1,2)	(5,7)	(10,13)	(3,4)	(11,12)	(4,12)	(5,6)	(12,13)	(8, 13)
t ()	21	16	5	16	16	11	5	17	18	23	16	6

Расчетное значение продолжительности работы (t) следует округлить до ближайшего целого числа дней

4.2 :

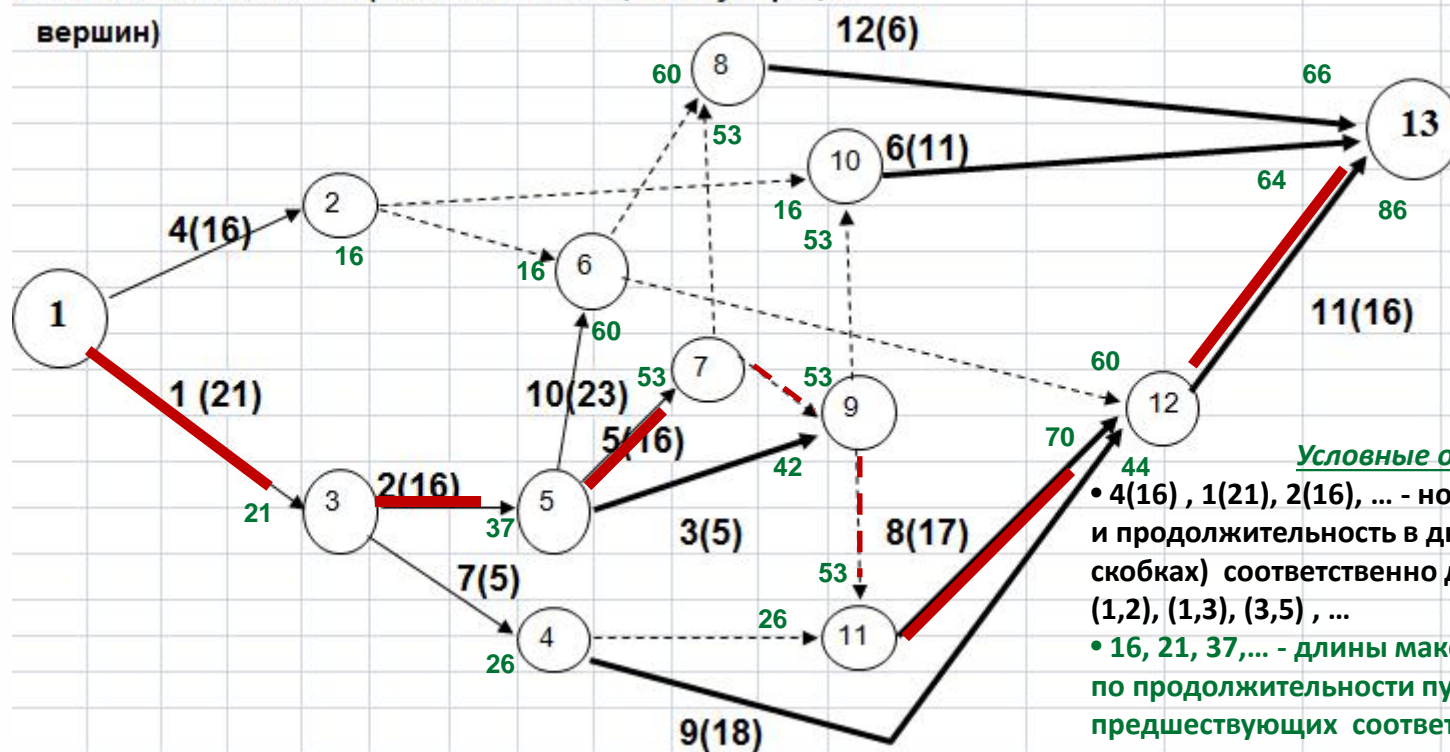
(1)

$$T_{кр} = t[L_{кр}] = \max_k \left\{ \sum_{(i,j) \in L_k(I \rightarrow S)} t_{ij} \right\}$$

где $L_k(I \rightarrow S)$ – k -й полный путь сетевого графика

$L_{кр} = \{1, 3, 5, 7, 9, 11, 12, 13\}$ или $L_{кр} = \{(1,3),(3,5),(5,7),(7,9),(9,11),(11,12),(12,13)\}$, **$T_{кр} = 86$ дней**

Сеть на языке событий (после оптимизации и нумерации вершин)

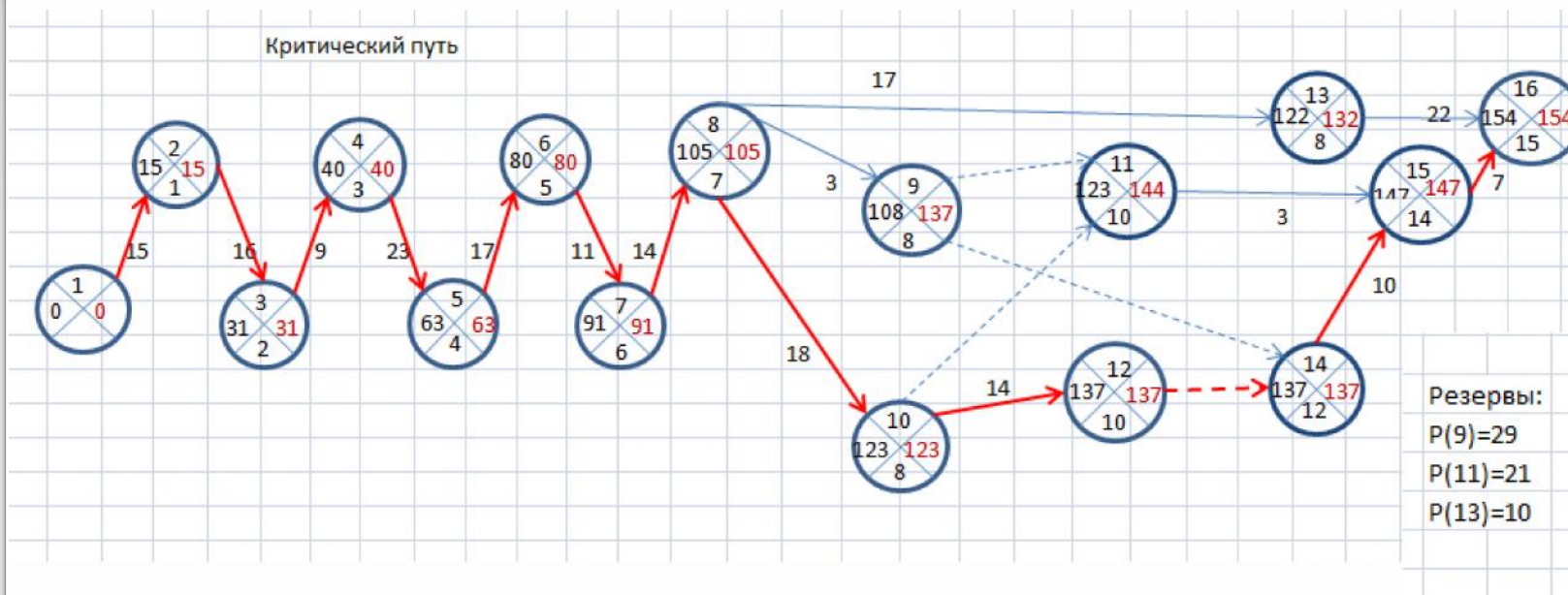


Условные обозначения:

- 4(16) , 1(21), 2(16), ... - номер работы и продолжительность в днях (в скобках) соответственно для работ (1,2), (1,3), (3,5) , ...
- 16, 21, 37,... - длины максимальных по продолжительности путей, предшествующих соответственно вершинам 2, 3, 5, ...

4:

(2)



5:

5.1 _____, $tp(i)$

5.1.1 _____ :

5.1.2 _____ :

5.1.3 _____ :

5.1.4 _____ :
 $tp(i)$

5.2 _____, $t(i)$

5.2.1 _____ :

5.2.2 _____ :

5.2.3 _____ :

5.2.4 _____ :
 $t(i)$

5.3 _____, $P(i)$

5.2.1 _____ :

5.2.2 _____ :

5.2.4 _____ :
 (i)



AoA ()

AoA ()

AoA ()

5.1

, тр(i)

5.1.1

:

(

АоА -

)

5.1.2

:

5.1.3

:

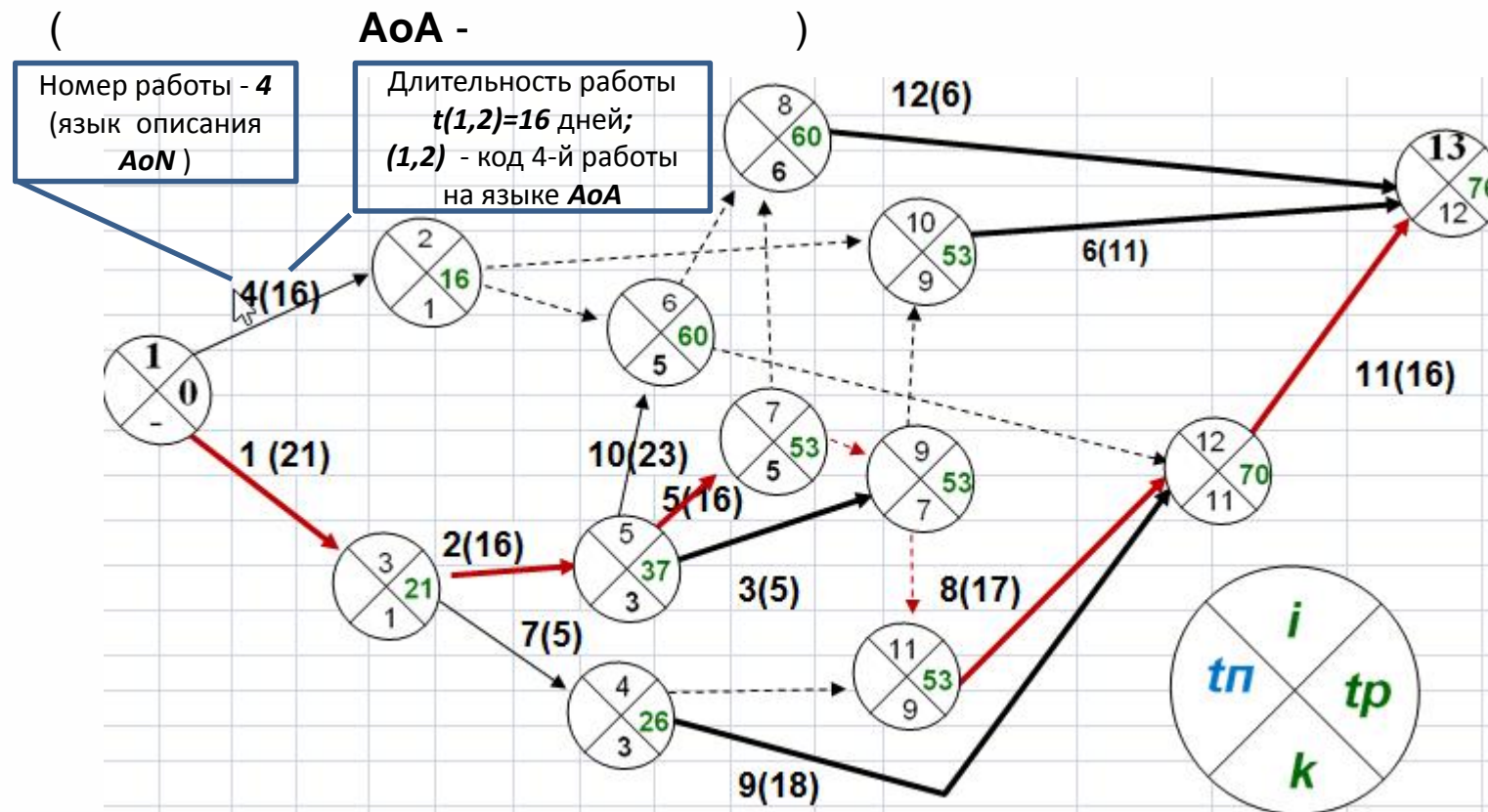
5.1.4

:

тр(i)

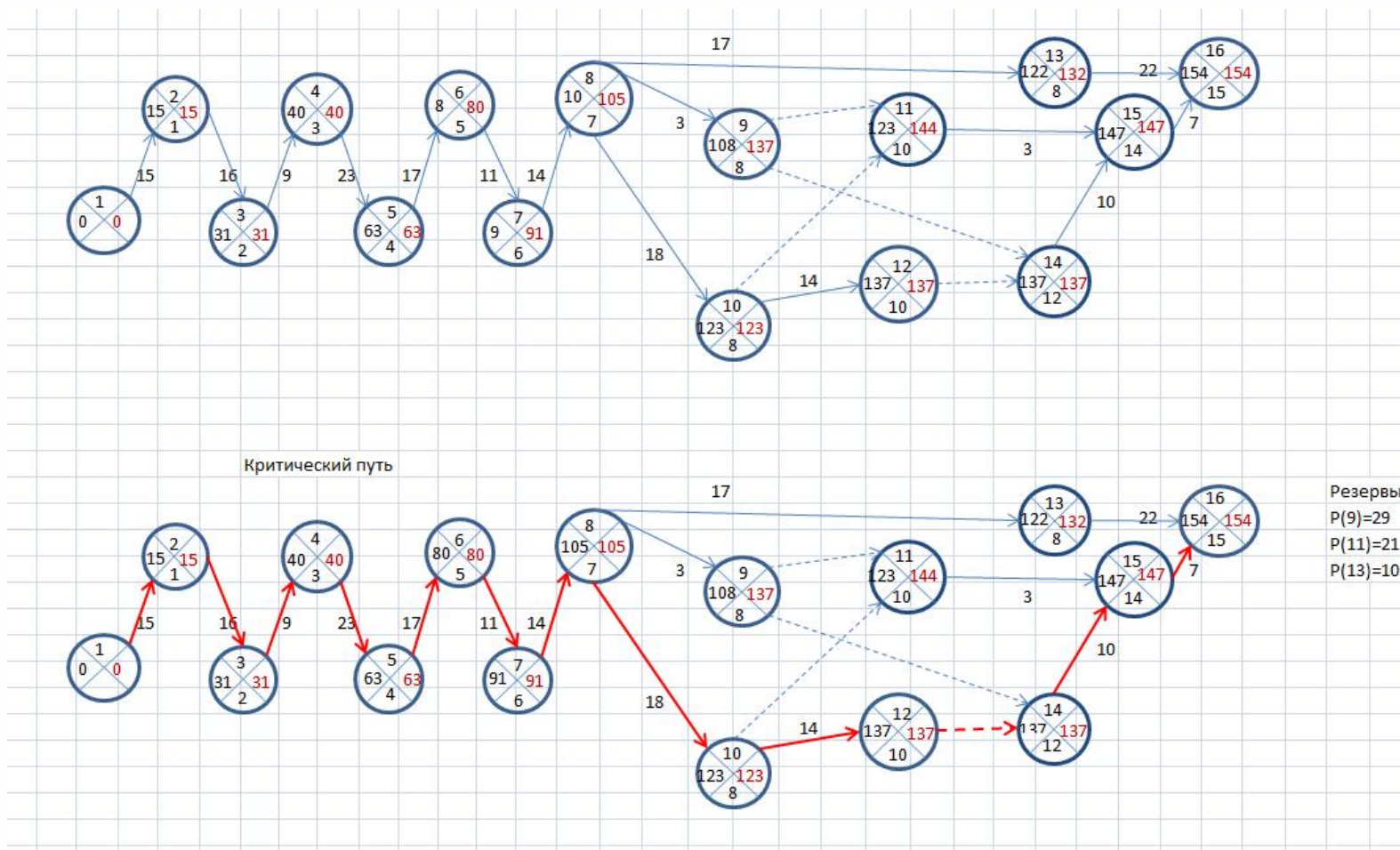


5.1.1 :
 , $tp(i)$ (1)



Условные обозначения: i – номер вершины (события); tp – ранний срок свершения события; $тп$ – поздний срок свершения события; k – номер предшествующей вершины на трассе максимального пути, ведущего в вершину i

5.1.1 Расчет временных параметров событий (Пример 2)



5.1.2 Алгоритм Форда: Расчет $tp(i)$ по матрице смежности вершин

(Пример 1)

13

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	tp_0	tp_1	tp_2
1		16	21											0	0	0
2						0				0				0	16	16
3				5	16									0	21	21
4											0	18		0	26	26
5						23	16		5					0	37	37
6								0				0		0	60	60
7								0	0					0	53	53
8													6	0	60	60
9										0	0			0	53	53
10													11	0	53	53
11												17		0	53	53
12													16	0	70	70
13														0	86	86

Итерация (0):
 $t_p^{(0)}(i) = 0, \forall i \in J, G = (J, U)$

Итерация (q):
 $t_p^{(q)}(i) = \max_{k \in \Gamma_i^{-1}} \{t_p^{(r)}(k) + t(k, i)\}$

$r = \begin{cases} q-1; & \text{если вершина } k \\ & \text{не просматривалась на итерации } q \\ q- & \text{в противном случае} \end{cases}$

Условие окончания расчета: $t_p^{(q)}(i) = t_p^{(q-1)}(i), \forall i \in J, G = (J, U)$

5.1.3

$tp(i)$.

(1)

14

Табл. 1

Список работ проекта

№ п/п	(i, j)	t(i,j)	(i, j)	t(i,j)
1	(1,2)	16	(6,8)	0
2	(1,3)	21	(6,12)	0
3	(2,6)	0	(7,8)	0
4	(2,10)	0	(7,9)	0
5	(3,4)	5	(8,13)	6
6	(3,5)	16	(9,10)	0
7	(4,11)	0	(9,11)	0
8	(4,12)	18	(10,13)	11
9	(5,6)	23	(11,12)	17
10	(5,7)	16	(12,13)	16
11	(5,9)	5		

Табл. 2

Ранние сроки свершения событий

i	tp(0)	tp(1)	tp(2)
1	0	0	0
2	0	16	16
3	0	21	21
4	0	16 , 26	26
5	0	37	37
6	0	60	60
7	0	53	53
8	0	60	60
9	0	42 , 53	53
10	0	16 , 53	53
11	0	25 , 53	53
12	0	43, 60, 70	70
13	0	66 , 86	86

Итерация (0):

$$t_p^{(0)}(i) = 0, \forall i \in J, G = (J, U)$$

Итерация (q):

$$t_p^{(q)}(i) = \max \left\{ t_p^{(p)}(i); t_p^{(p)}(k) + t(k, i) \right\}$$

$$k \in \Gamma_i^{-1}$$

Условие окончания расчета:

Значения параметра
установились для всех вершин

$$t_p^{(q)}(i) = t_p^{(q-1)}(i), \forall i \in J, G = (J, U)$$

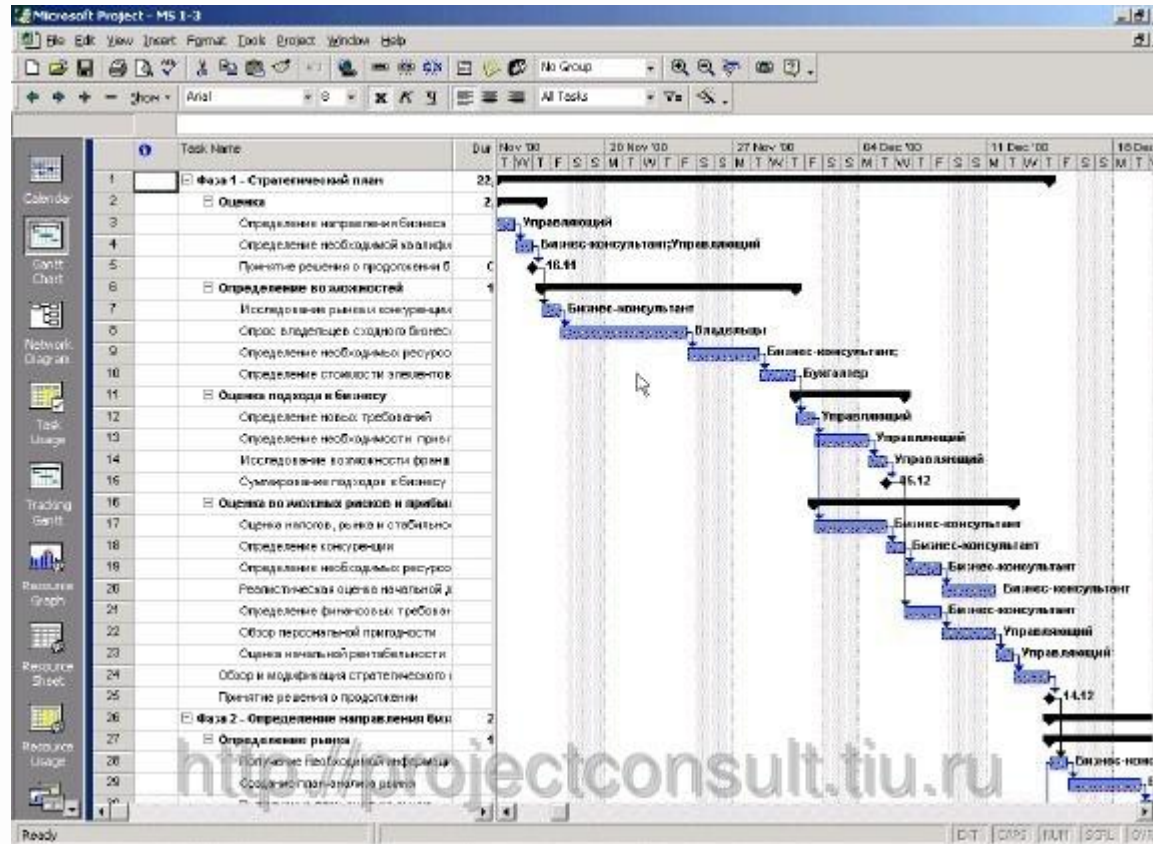
5.1.4

:

$tp(i)$.

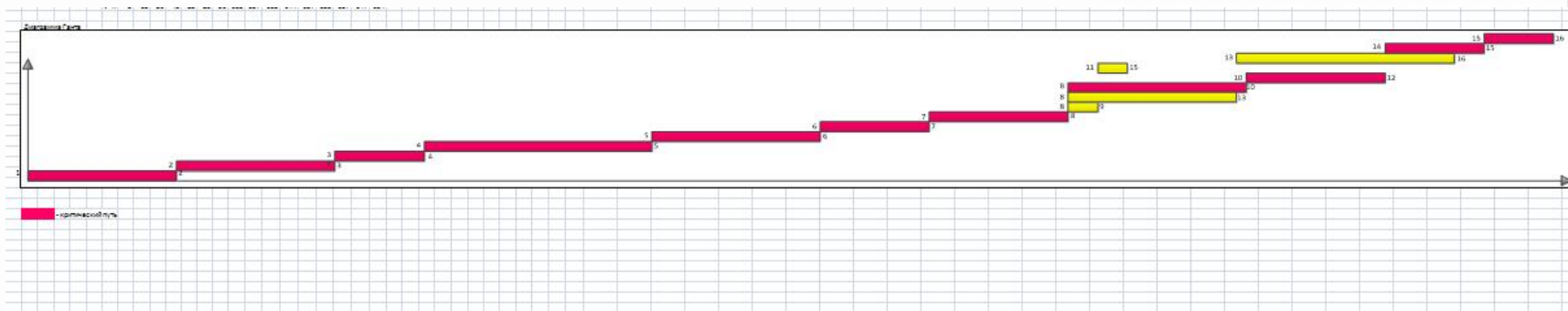
MS Project

, $tp(i)$

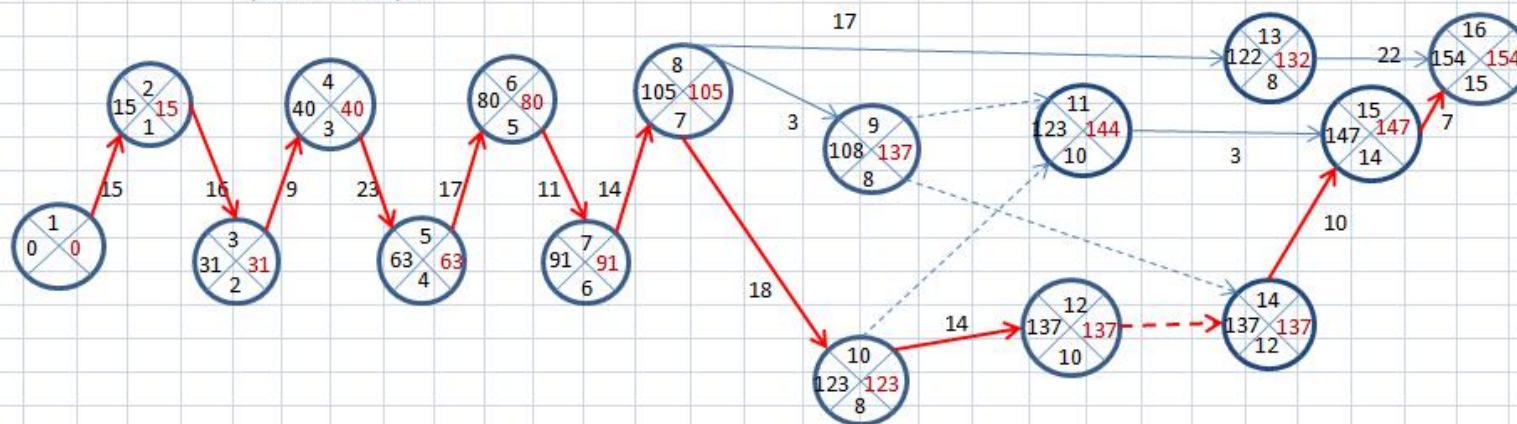


5.1.4

, t (i) (2)



Критический путь



5.2

, t (i)

5.2.1

:

(

АоА -

)

5.2.2

:

5.2.3

:

5.2.4

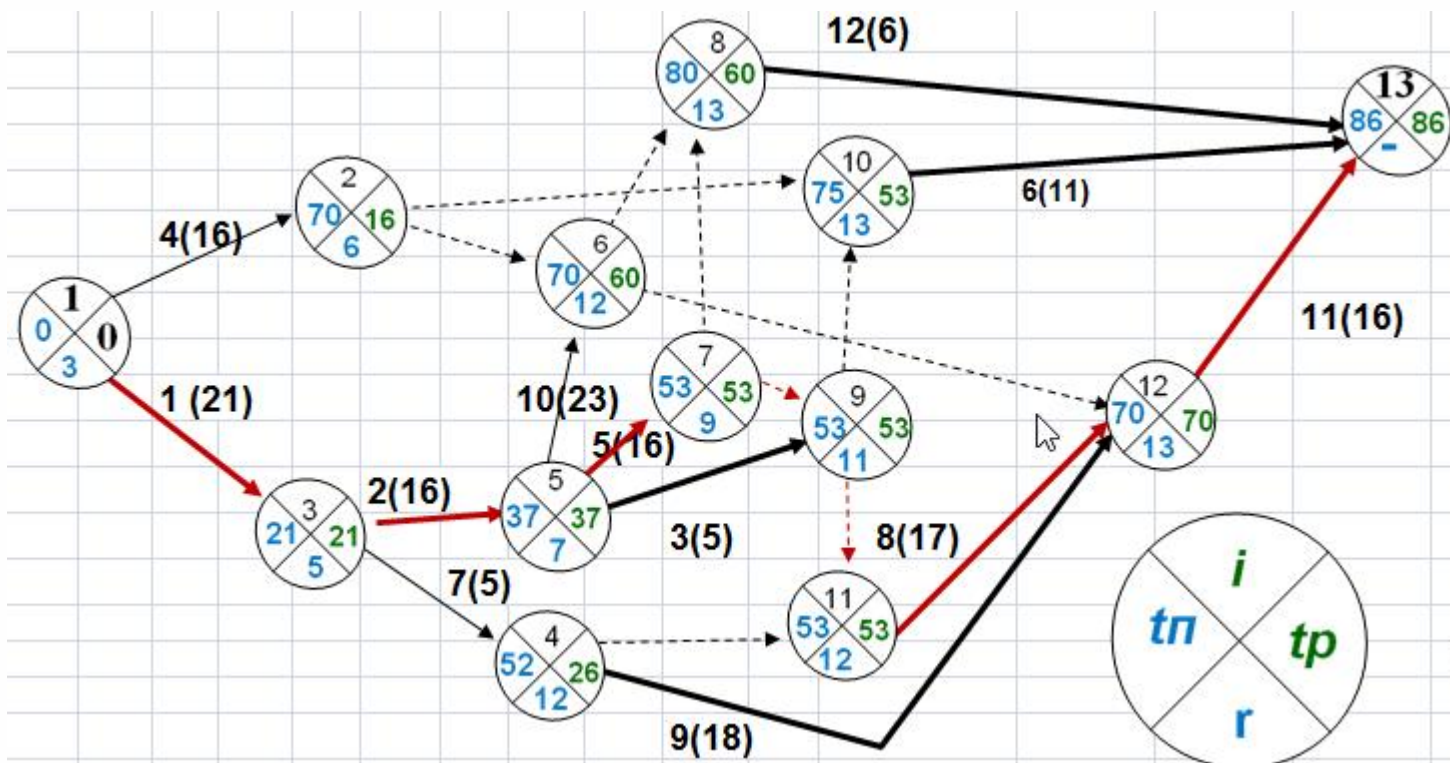
:

t (i)



5.2.1 : t (i) (1)

(AoA -)



Условные обозначения: i – номер события, tp – ранний срок свершения события, tn – поздний срок свершения события, r – номер последующего события

5.2.2 : $t(i)$
(1)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1		16	21										
2						0				0			
3				5	16								
4											0	18	
5						23	16		5				
6								0				0	
7								0	0				
8													6
9										0	0		
10													11
11												17	
12													16
13													
tn 0	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
tn 1	0	70	21	52	37	70	53	80	53	75	53	70	86
tn 2	0	70	21	52	37	70	53	80	53	75	53	70	86

Итерация (0):

$$t_{\Pi}^{(0)}(i) = T_{\text{кр}}, \forall i \in J, G = (J, U)$$

Итерация (q):

$$t_{\Pi}^{(q)}(i) = \min_{j \in \Gamma_i} \{ t_{\Pi}^{(r)}(j) - t(i, j) \}$$

$$r = \begin{cases} q-1; & \text{если вершина } j \in \Gamma_i \\ & \text{не просматривалась на итерации } q \\ q- & \text{в противном случае} \end{cases}$$

Условие окончания расчета:

Значения рассчитываемого параметра установились для всех вершин

$$t_{\Pi}^{(q)}(i) = t_{\Pi}^{(q-1)}(i), \forall i \in J, G = (J, U)$$



5.1.2 – 5.2.2 Алгоритм Форда: расчет временных параметров событий 20 по матрице смежности вершин (Пример 2)

Матрица смежности

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	$t^{(0)}_p$	$t^{(1)}_p$
1		15															0	0
2			16														0	15
3				9													0	31
4					23												0	40
5						17											0	63
6							11										0	80
7								14									0	91
8									3	18			17				0	105
9											0			0			0	108
10											0	14					0	123
11															3		0	123
12													0				0	137
13																22	0	123
14														10			0	137
15															7		0	147
16																	0	154
$t^{(0)}_n$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
$t^{(1)}_n$	154	139	123	114	91	74	63	49	17	31	10	17	22	17	7	0		
$t^{(2)}_n$	0	15	31	40	63	80	91	105	137	123	144	137	132	137	147	154		

5.2.3

$t(i)$.

(1)

21

Табл. 1

Список работ проекта

№ п/п	(i, j)	t(i,j)	(i, j)	t(i,j)
1	(1,2)	16	(6,8)	0
2	(1,3)	21	(6,12)	0
3	(2,6)	0	(7,8)	0
4	(2,10)	0	(7,9)	0
5	(3,4)	5	(8,13)	6
6	(3,5)	16	(9,10)	0
7	(4,11)	0	(9,11)	0
8	(4,12)	18	(10,13)	11
9	(5,6)	23	(11,12)	17
10	(5,7)	16	(12,13)	16
11	(5,9)	5		

Табл. 3

Поздние сроки свершения событий

i	tn0	tn1	tn2
1	86	0	0
2	86	75 , 70	70
3	86	21, 47	21
4	86	52, 53	52
5	86	37, 53, 70	37
6	86	70, 80	70
7	86	53, 80	53
8	86	80	80
9	86	53, 75	53
10	86	75	75
11	86	53	53
12	86	70	70
13	86	86	86

Итерация (0):

$$t_{\pi}^{(0)}(i) = T_{кр}, \forall i \in J, G = (J, U)$$

Итерация (q):

$$t_{\pi}^{(q)}(i) = \min \{ t_{\pi}^{(p)}(i); t_p^{(p)}(j) - t(i,j) \}$$

$$j \in \Gamma_i$$

Условие окончания расчета:

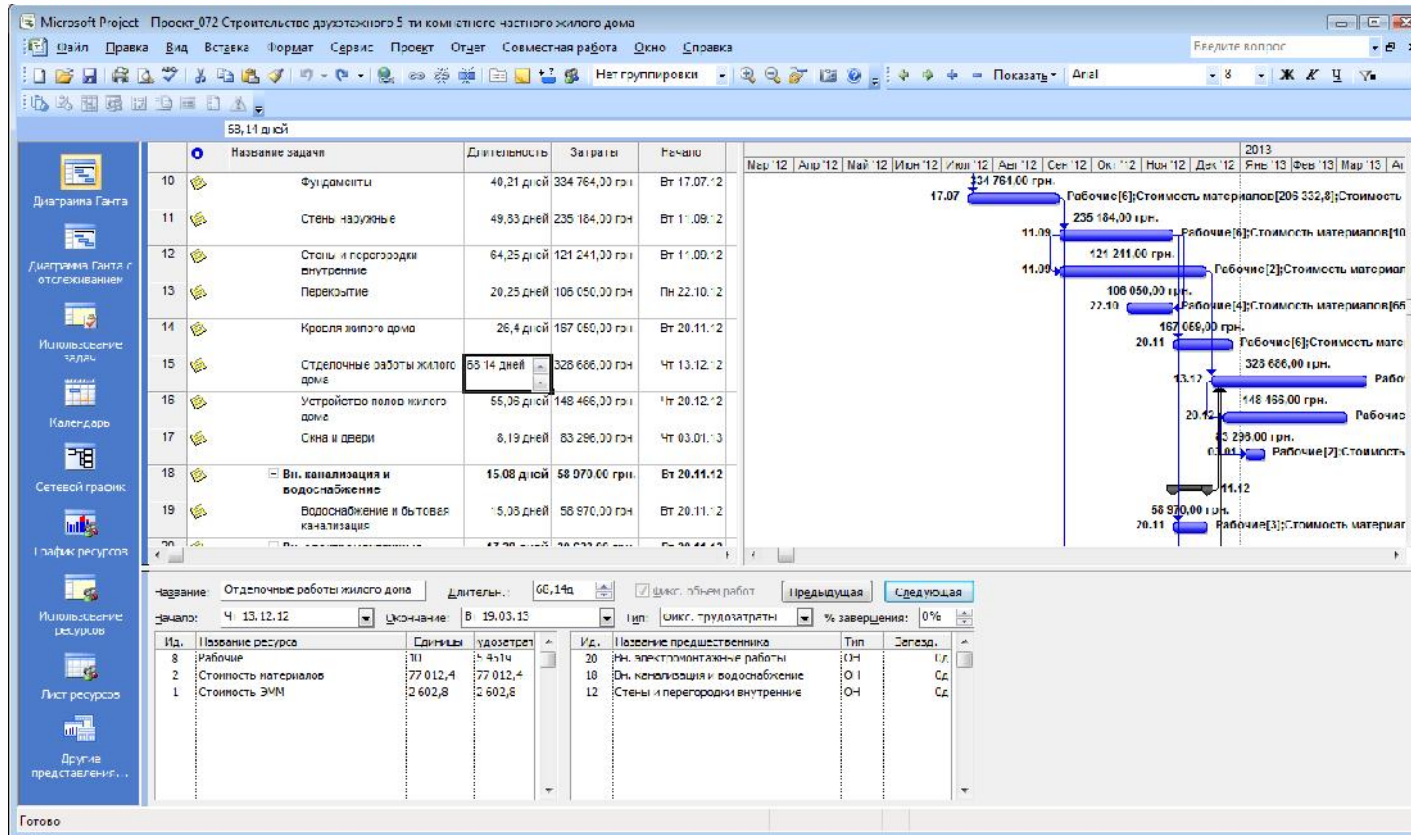
Значение параметра
установилось для всех вершин

$$t_{\pi}^{(q)}(i) = t_{\pi}^{(q-1)}(i), \forall i \in J, G = (J, U)$$

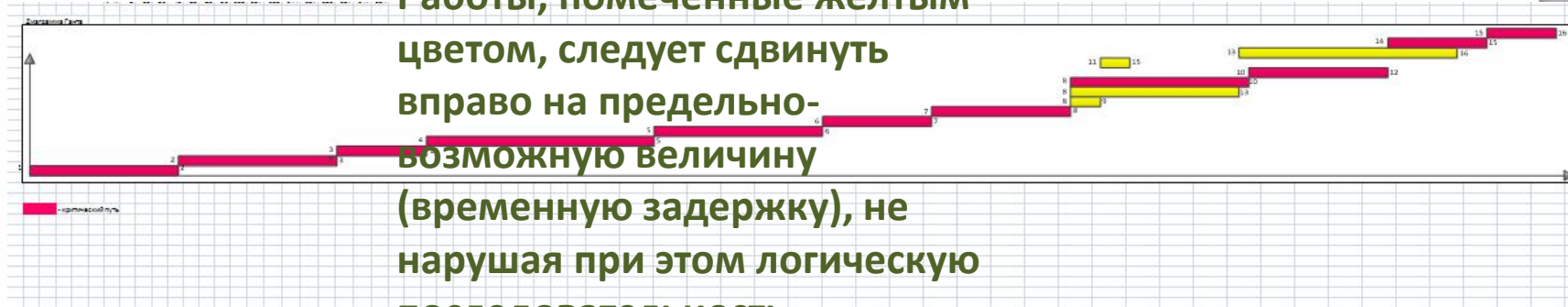
5.2.4

MS Project

t (i) (1)



5.2.4
(2)



Работы, помеченные желтым цветом, следует сдвинуть вправо на предельно-возможную величину (временную задержку), не нарушая при этом логическую последовательность выполнения работ проекта



5.3 _____, P(i)

5.3.1 _____ :

5.3.2 _____ :

5.3.3 _____ :

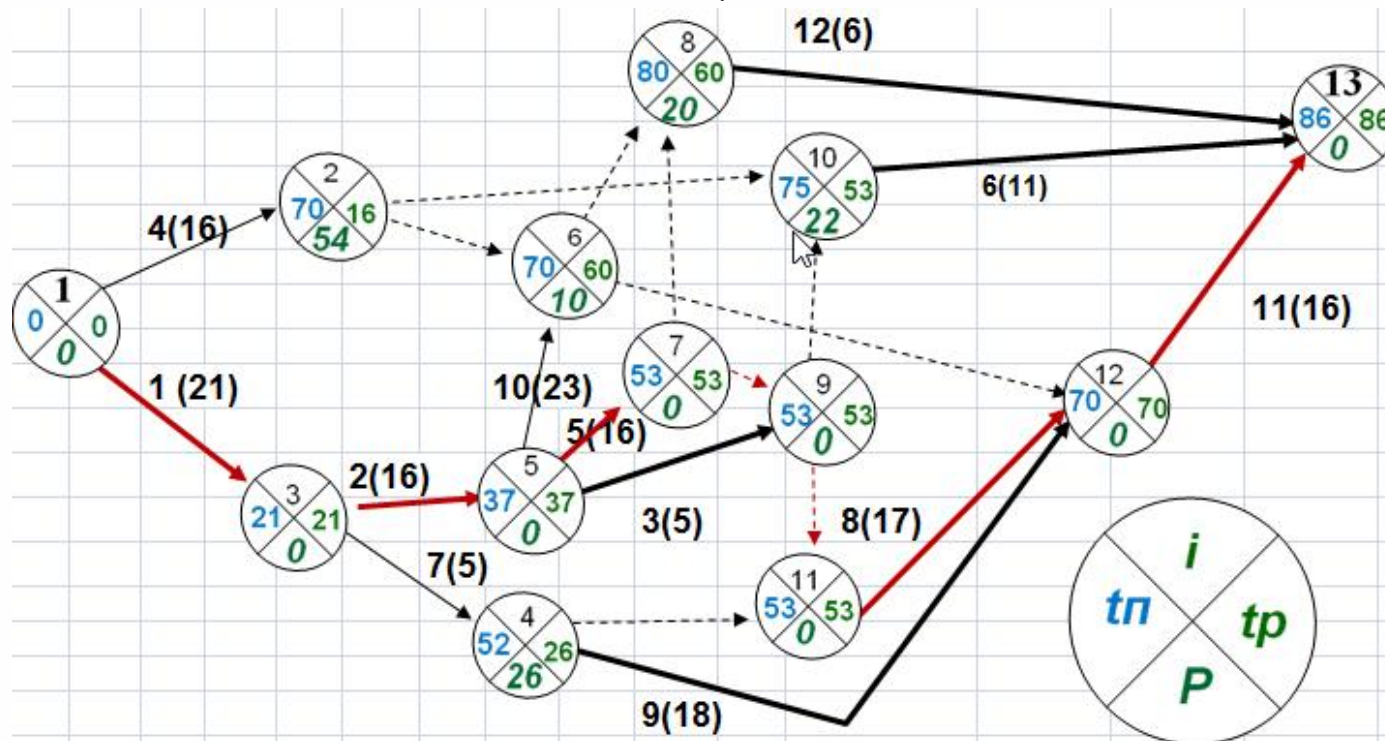
5.3.4. _____ :



5.3.1 _____ :
(_____ 1)

P(i)

(AoA -)



Условные обозначения: *i* – номер события, *tp* – ранний срок свершения события, *tn* – поздний срок свершения события, *P* – резерв времени события

5.3.2 Алгоритм Форда: Расчет резерва времени события $P(i)$ по матрице смежности вершин (Пример 1)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	$tp(i)$
1		16	21											0
2						0				0				16
3				5	16									21
4											0	18		26
5						23	16		5					37
6	$P(i) = P[Lmax(i)]$							0				0		60
7	$P[Lmax(i)] = T_{кр} - t[Lmax(i)]$							0	0					53
8	$t[Lmax(i)] = t[Lmax(i \rightarrow)] + t[Lmax(i \rightarrow S)]$												6	60
9	$P[Lmax(i)] = T_{кр} - t[Lmax(i \rightarrow)] - t[Lmax(i \rightarrow S)]$									0	0			53
10	$tn(i) = T_{кр} - t[Lmax(i \rightarrow S)]; tp(i) = t[Lmax(i \rightarrow)]$												11	53
11	$P(i) = tn(i) - tp(i)$											17		53
12	$P(i) = tn(i) - tp(i)$												16	70
13	$P(i) = tn(i) - tp(i)$													86
$tn(i)$	0	70	21	52	37	70	53	80	53	75	53	70	86	
$P(i)$	0	54	0	26	0	10	0	20	0	22	0	0	0	

5.3.3 Алгоритм Форда: Расчет резерва времени события $P(i)$ по списку работ проекта (Пример 1)

Табл. 1

Список работ проекта

№ п/п	(i, j)	$t(i, j)$	(i, j)	$t(i, j)$
1	(1,2)	16	(6,8)	0
2	(1,3)	21	(6,12)	0
3	(2,6)	0	(7,8)	0
4	(2,10)	0	(7,9)	0
5	(3,4)	5	(8,13)	6
6	(3,5)	16	(9,10)	0
7	(4,11)	0	(9,11)	0
8	(4,12)	18	(10,13)	11
9	(5,6)	23	(11,12)	17
10	(5,7)	16	(12,13)	16
11	(5,9)	5		

 Расчет $tp(i)$ Табл. 2

i	$tp0$	$tp1$	$tp2$
1	0	0	0
2	0	16	16
3	0	21	21
4	0	16 , 26	26
5	0	37	37
6	0	60	60
7	0	53	53
8	0	60	60
9	0	42 , 53	53
10	0	16 , 53	53
11	0	25 , 53	53
12	0	43, 60 , 70	70
13	0	66 , 86	86

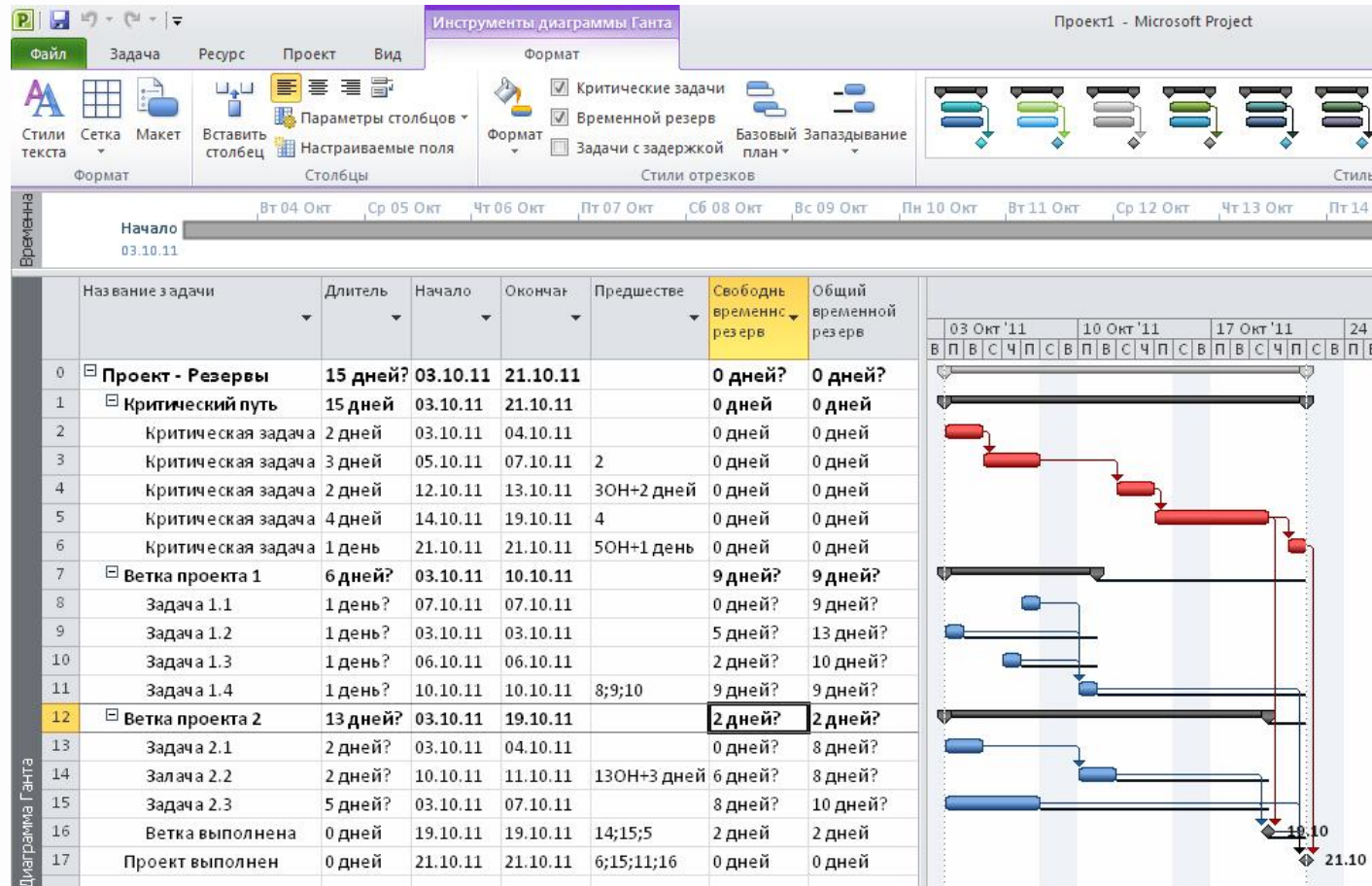
 Расчет $tn(i)$ Табл. 3

i	$tn0$	$tn1$	$tn2$	$P(i)$
1	86	0	0	0
2	86	75 , 70	70	54
3	86	21, 47	21	0
4	86	52, 53	52	26
5	86	37, 53, 70	37	0
6	86	70, 80	70	10
7	86	53, 80	53	0
8	86	80	80	20
9	86	53, 75	53	0
10	86	75	75	22
11	86	53	53	0
12	86	70	70	0
13	86	86	86	0

5.2.4

MS Project

, P(i) (1)



6:

6.1

- 6.1.1 _____, $t(i, j)$
- 6.1.2 _____, $t(i, j)$
- 6.1.3 _____, $t(i, j)$
- 6.1.4 _____, $t(i, j)$

6.2

- 6.2.1 _____, $P(i, j)$
- 6.2.2 _____ (
- 6.2.3 _____ (
- 6.2.4 _____), $P''(i, j)$
- 6.2.5 _____, $P(i, j)$

6.3

- 6.3.1 _____, $Kp(i, j)$
- 6.3.2 _____ (
- 6.3.3 _____), $Kp'(i, j)$
- 6.3.4 _____ (
- 6.3.5 _____), $Kp''(i, j)$
- 6.3.6 _____, $Kc(i, j)$
- 6.3.7 _____, $K(i, j)$



6.1:

(tp)

(tp)

 6.1.1 Раннее начало работы, $t_{пн}(i, j)$

$$t_{пн}(i, j) = t_p(i), \text{ где } i \in J, (i, j) \in U \text{ для графа } G = (J, U) \quad (*)$$

где $t_p(i) = \sum_{(i,j) \in L_{max}(I \rightarrow i)} t(i, j) \quad (**)$

$L_{max}(I \rightarrow i)$ - максимальный по длительности путь, связывающий событие (i) с истоком проекта (I);

$t(i, j)$ - длительность работы (i, j)

$$t_{пн}(i, j) = \max_{(k, i) \in U_i^+} \{t_{по}(k, i)\} \quad (***)$$

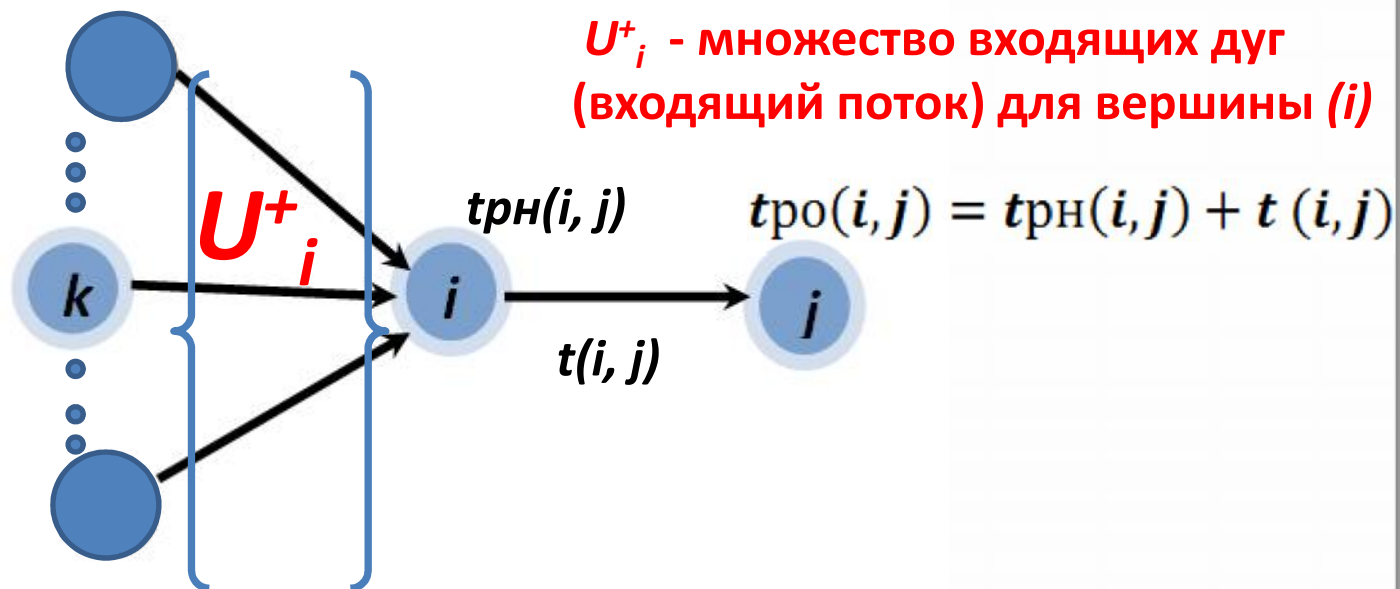
где U_i^+ - множество входящих дуг (входящий поток) для вершины (i)

 6.1.2 Раннее окончание работы, $t_{по}(i, j)$

$$t_{по}(i, j) = t_{пн}(i, j) + t(i, j) \quad (****)$$

Алгоритм Форда: Иллюстрация схемы расчета параметров 6.1.1, 6.1.2

$$tr_n(i, j) = \max_{(k, i) \in U_i^+} \{t_{po}(k, i)\}$$



6.1: (t) (t)

6.1.3 $t(i, j)$, $t(i, j) = t(j)$, $(*)$
 $j \in J, (i, j) \in U, G = (J, U), J, U -$

$$t_{\Pi}(j) = t_{\text{кр}} - \sum_{(i,j) \in L_{\max}(j \Rightarrow S)} t(i, j) \quad (**)$$

$(i, j) \in L_{\max}(j \Rightarrow S)$
 - (j) со стоком проекта (S) ;
 $t(i, j)$ - (i, j)

$$t_{\text{по}}(i, j) = \min_{(j, k) \in U_j} \{t_{\Pi}(j, k)\} \quad (***)$$

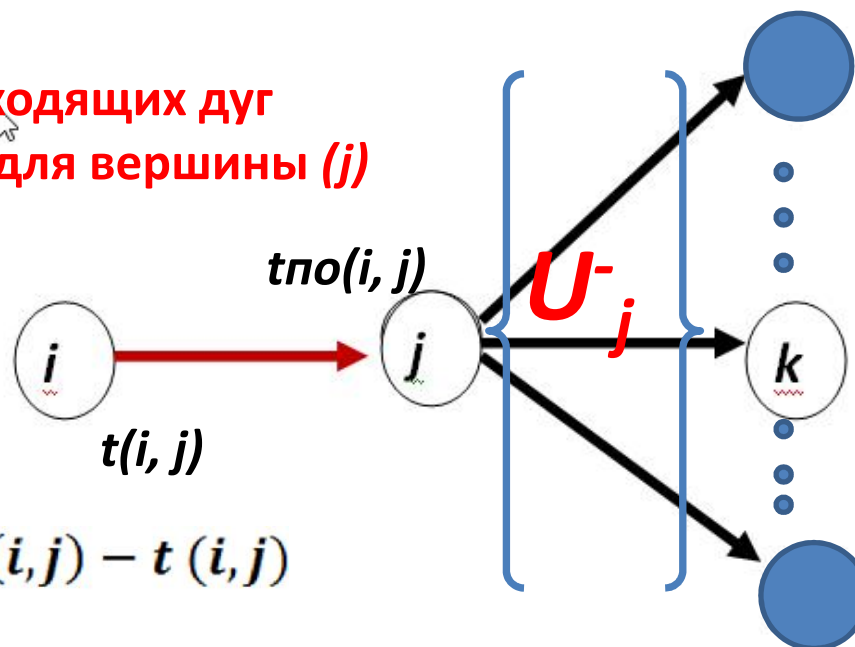
6.1.4 U_j^- (j)

$$t_{\Pi}(i, j) = t_{\text{по}}(i, j) - t(i, j) \quad (***)$$

Алгоритм Форда: Иллюстрация схемы расчета параметров
6.1.3, 6.1.4

$$t_{\text{ПО}}(i, j) = \min_{(j, k) \in U_j} \{ t_{\text{ПН}}(j, k) \}$$

U_j - множество исходящих дуг
(исходящий поток) для вершины (j)



$$t_{\text{ПН}}(i, j) = t_{\text{ПО}}(i, j) - t(i, j)$$

6.2:

6.2.1 $P_{\Pi}(i, j)$

$$P_{\Pi}(i, j) = P[Lmax(i, j)] = T_{кр} - t[Lmax(i, j)]$$

$$P_{\Pi}(i, j) = t_{\Pi}(j) - t_{\Pi}(i) - tij$$

6.2.2

$P'_{\Pi}(i, j)$

$$P'_{\Pi}(i, j) = t_{\Pi}(j) - t_{\Pi}(i) - tij$$

6.2.3

$P''_{\Pi}(i, j)$

$$P''_{\Pi}(i, j) = t_{\Pi}(j) - t_{\Pi}(i) - tij$$

6.2.4

$P_c(i, j)$

$$P_c(i, j) = t_{\Pi}(j) - t_{\Pi}(i) - tij$$



6.2:

 6.2.1 $P(i, j)$

$$P_{\Pi}(i, j) = t_{\Pi}(j) - t_{\Pi}(i) - t_{ij}$$

6.2.2

 $P'(i, j)$

$$P_{\Pi}'(i, j) = t_p(j) - t_p(i) - t_{ij}$$

6.2.3

 $P''(i, j)$

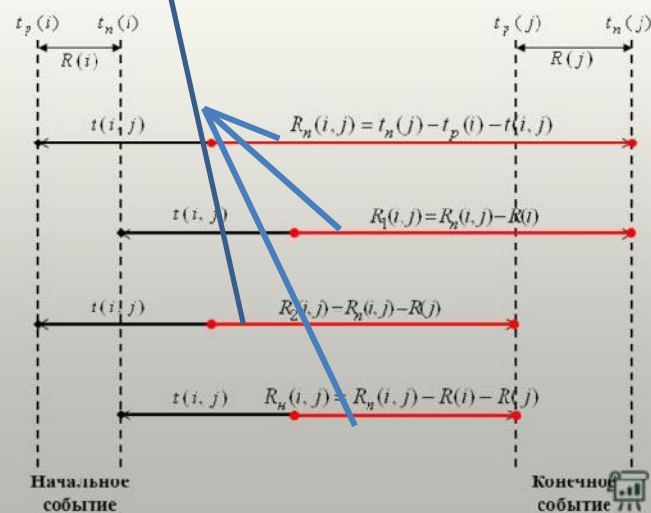
$$P_{\Pi}''(i, j) = t_{\Pi}(j) - t_{\Pi}(i) - t_{ij}$$

 6.2.4 $P(i, j)$

$$P_c(i, j) = t_p(j) - t_{\Pi}(i) - t_{ij}$$

Практически все с нами согласилось, разошлись только в обозначениях и названиях резервов

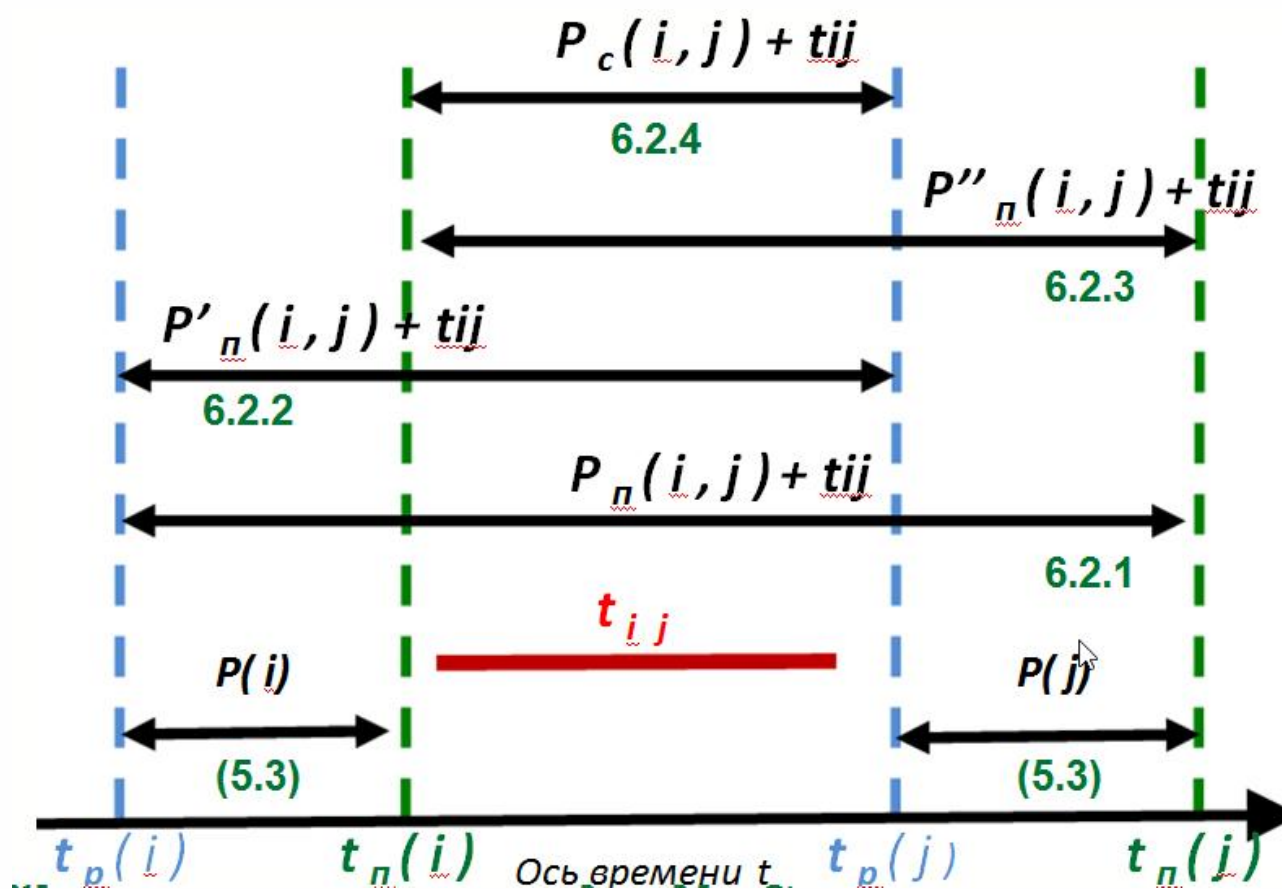
Резервы времени работ



6.3:

(5.3)

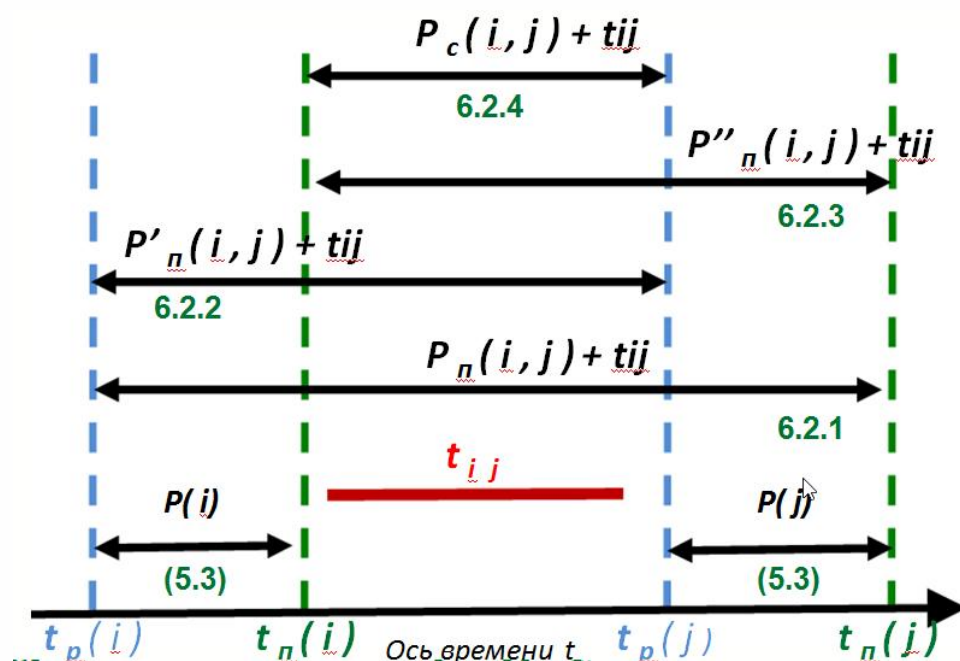
(6.2.1 – 6.2.4)



6.3:

(5.3)

(6.2.1 – 6.2.4)



$$P_{\Pi}'(i, j) = P_{\Pi}(i, j) - P(j)$$

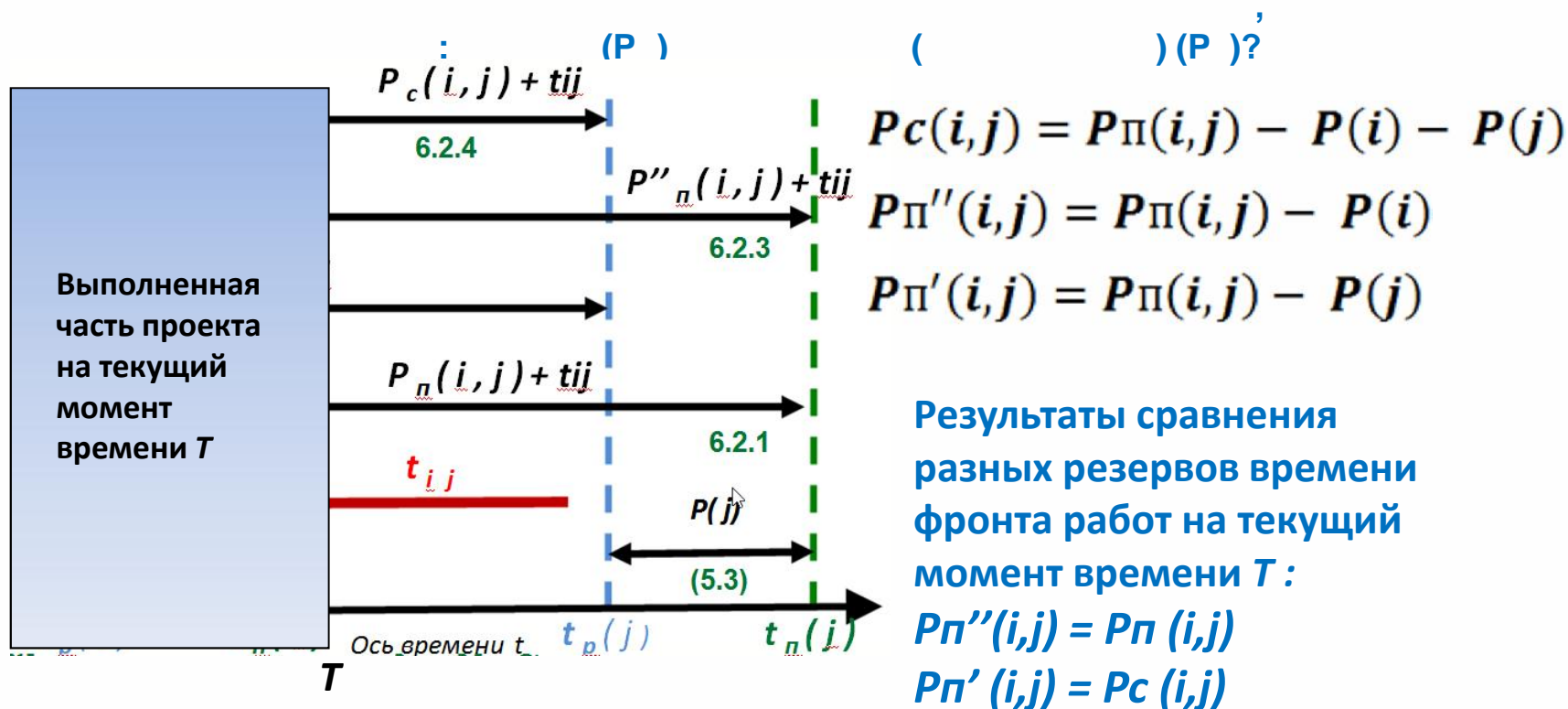
$$P_{\Pi}''(i, j) = P_{\Pi}(i, j) - P(i)$$

$$P_c(i, j) = P_{\Pi}(i, j) - P(i) - P(j)$$

6.3:

(5.3)

(6.2.1 – 6.2.4)



Замечание: На стадии выполнения проекта частные резервы времени P_{Π}' и P_{Π}'' трансформируются соответственно в свободный (независимый) резерв $P_c(i, j)$ и в полный резерв времени $P_{\Pi}(i, j)$

6.1 Алгоритм Форда:

(Пример 1)

Табл. 1

Список работ проекта

№ п/п	(i, j)	t(i,j)	(i, j)	t(i,j)
1	(1,2)	16	(6,8)	0
2	(1,3)	21	(6,12)	0
3	(2,6)	0	(7,8)	0
4	(2,10)	0	(7,9)	0
5	(3,4)	5	(8,13)	6
6	(3,5)	16	(9,10)	0
7	(4,11)	0	(9,11)	0
8	(4,12)	18	(10,13)	11
9	(5,6)	23	(11,12)	17
10	(5,7)	16	(12,13)	16
11	(5,9)	5		

№ п/п	(i, j)	t(i,j)	trн	trо	tnн	tnо	Лкр
1	(1,2)	16	0	16	56	70	
2	(1,3)	21	0	21	0	21	x
3	(2,6)	0	16	16	70	70	
4	(2,10)	0	16	16	75	75	
5	(3,4)	5	21	24	47	52	
6	(3,5)	16	21	37	21	37	x
7	(4,11)	0	24	24	53	53	
8	(4,12)	18	24	42	52	70	
9	(5,6)	23	37	60	47	70	
10	(5,7)	16	37	53	37	53	x
11	(5,9)	5	37	42	48	53	
12	(6,8)	0	60	60	80	80	
13	(6,12)	0	60	60	70	70	
14	(7,8)	0	53	53	80	80	
15	(7,9)	0	53	53	53	53	x
16	(8,13)	6	60	66	80	86	
17	(9,10)	0	53	53	75	75	
18	(9,11)	0	53	53	53	53	x
19	(10,13)	11	53	64	75	86	
20	(11,12)	17	53	70	53	70	x
21	(12,13)	16	70	86	70	86	x

6.1 Алгоритм Форда:

Табл. 1

Список работ проекта

№ п/п	(i, j)	t(i,j)	(i, j)	t(i,j)
1	(1,2)	16	(6,8)	0
2	(1,3)	21	(6,12)	0
3	(2,6)	0	(7,8)	0
4	(2,10)	0	(7,9)	0
5	(3,4)	5	(8,13)	6
6	(3,5)	16	(9,10)	0
7	(4,11)	0	(9,11)	0
8	(4,12)	18	(10,13)	11
9	(5,6)	23	(11,12)	17
10	(5,7)	16	(12,13)	16
11	(5,9)	5		

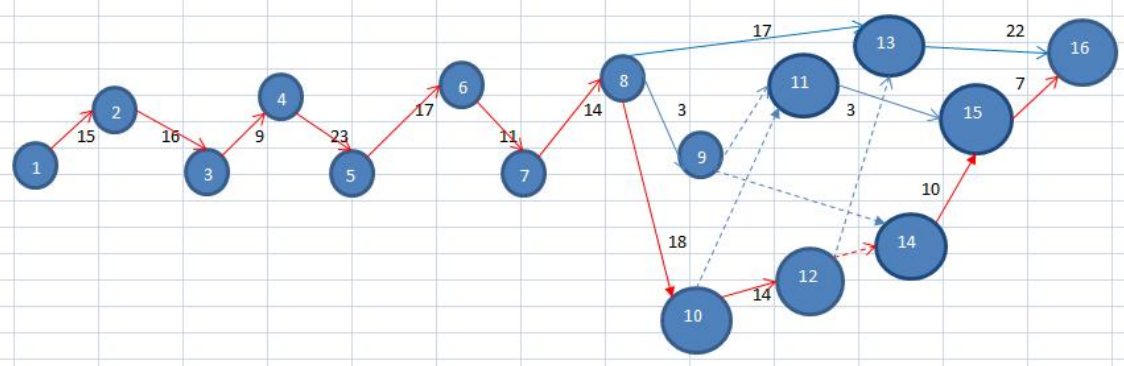
(Пр

№ п/п	(i,j)	t(i,j)	tr _n	tro	tn	tno	P _n	P' _n	Pn''	Pc
1	(1,2)	16	0	16	56	70	54	0	54	0
2	(1,3)	21	0	21	0	21	0	0	0	0
3	(2,6)	0	16	16	70	70	54	44	0	0
4	(2,10)	0	16	16	75	75	59	37	5	-17
5	(3,4)	5	21	24	47	52	26	0	26	0
6	(3,5)	16	21	37	21	37	0	0	0	0
7	(4,11)	0	24	24	53	53	27	27	1	1
8	(4,12)	18	24	42	52	70	26	26	0	0
9	(5,6)	23	37	60	47	70	10	0	10	0
10	(5,7)	16	37	53	37	53	0	0	0	0
11	(5,9)	5	37	42	48	53	9	9	9	9
12	(6,8)	0	60	60	80	80	20	0	10	0
13	(6,12)	0	60	60	70	70	54	54	44	44
14	(7,8)	0	53	53	80	80	21	1	21	1
15	(7,9)	0	53	53	53	53	0	0	0	0
16	(8,13)	6	60	66	80	86	21	21	1	1
17	(9,10)	0	53	53	75	75	22	0	22	0
18	(9,11)	0	53	53	53	53	0	0	0	0
19	(10,13)	11	53	64	75	86	59	59	37	37
20	(11,12)	17	53	70	53	70	0	0	0	0
21	(12,13)	16	70	86	70	86	0	0	0	0



6.1-6.2 :

(2)



(i,j)	t _{ij}	т _{рн}	т _{ро}	т _{пн}	т _{по}	Лкр	Рп	Р'/п	Р//п	Рс	Кн
(1,2)	15	0	15	0	15	*	0	0	0	0	1
(2,3)	16	15	31	15	31	*	0	0	0	0	1
(3,4)	9	31	40	31	40	*	0	0	0	0	1
(4,5)	23	40	63	40	63	*	0	0	0	0	1
(5,6)	17	63	80	63	80	*	0	0	0	0	1
(6,7)	11	80	91	80	91	*	0	0	0	0	1
(7,8)	14	91	105	91	105	*	0	0	0	0	1
(8,9)	3	105	108	134	137		29	29	0	0	0,142857
(8,10)	18	105	123	105	123	*	0	0	0	0	1
(8,13)	17	105	122	120	137		15	15	5	5	0,795918
(9,11)	0	108	108	144	144		36	7	15	0	0,795918
(9,14)	0	108	108	137	137		29	0	29	0	0,09375
(10,11)	0	123	123	144	144		21	21	0	0	0,125
(10,12)	14	123	137	123	137	*	0	0	0	0	1
(11,15)	3	123	126	144	147		21	0	21	0	0,795918
(12,13)	0	137	137	137	137	*	0	0	0	0	1
(12,14)	0	137	137	137	137	*	0	0	0	0	1
(13,16)	22	137	159	137	159	*	0	0	0	0	1
(14,15)	10	137	147	137	147	*	0	0	0	0	1
(15,16)	7	147	154	147	154	*	0	0	0	0	1

Резервы:
 P(9)=29
 P(11)=21
 P(13)=10

6.3:

$$K_{pB}(i, j) = \frac{P_{pB}(i, j) - \text{Величина резерва времени}}{\text{Отрезок пути, на котором он существует}}$$

6.3

6.3.1

 , $K_p(i, j)$

6.3.2

 (
), $K_p'(i, j)$

6.3.3

 (
), $K_p''(i, j)$

6.3.4

 , $K_c(i, j)$

6.3.5

K (i, j)


ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

WWW.TPU.RU



WWW.TPU.RU



WWW.TPU.RU



WWW.TPU.RU



WWW.TPU.RU



WWW.TPU.RU



WWW.TPU.RU



WWW.TPU.RU



WWW.TPU.RU



WWW.TPU.RU



WWW.TPU.RU



WWW.TPU.RU



WWW.TPU.RU

