

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна

Должность: проректор по учебной работе

Дата подписания: 31.01.2021

Уникальный программный ключ:

0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e945df4a4851fda56d089

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Юго-Западный государственный университет» (ЮЗГУ)

Кафедра программной инженерии

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

О.Г. Локтионова

«15» 02

2021 г.



МЕТОДЫ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №13. СЕТЬ ПРОЕКТА. КРИТИЧЕСКИЙ ПУТЬ, ВРЕМЯ ЗАВЕРШЕНИЯ ПРОЕКТА. РЕЗЕРВЫ СОБЫТИЙ, РЕЗЕРВЫ РАБОТ. ОПТИМИЗАЦИЯ СЕТЕВЫХ ГРАФИКОВ

Методические рекомендации к практическим занятиям по дисциплине «Методы оптимальных решений» для студентов и магистрантов всех направлений подготовки очной и заочной форм обучения

УДК 519.6

Составитель: Е.П. Кочура

Рецензент

Кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой нанотехнологий, микроэлектроники, общей и прикладной физики *А.Е. Кузько*

Методы оптимальных решений. Практическая работа №13. Сеть проекта. Критический путь, время завершения проекта. Резервы событий, резервы работ. Оптимизация сетевых графиков: методические рекомендации к практическим занятиям по дисциплине «Методы оптимальных решений» для студентов и магистрантов всех направлений подготовки очной и заочной форм обучения / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: Е.П. Кочура. – Курск, 2021. – 23 с.

Изложены цель работы, краткие теоретические сведения и индивидуальные задания. Подробно рассмотрен пример выполнения типового задания.

Материал предназначен для студентов и магистрантов всех направлений подготовки очной и заочной форм обучения, изучающих дисциплину «Методы оптимальных решений».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать *15.02.21* Формат 60 x 84 1/16.

Усл. печ. л. 1,3. Уч.- изд. л. 1,2. Тираж 50 экз. Заказ *326* Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.
305040, Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Практическое занятие 13. Сеть проекта. Критический путь, время завершения проекта. Резервы событий, резервы работ. Оптимизация сетевых графиков.

Цель. Изучить методы построения и анализа сетевых графиков.

Задание. Для заданного комплекса работ построить сетевой график, найти общую продолжительность проекта и критический путь, для каждой работы определить сроки раннего и позднего начала и окончания. Рассчитать полный, свободный и независимый резерв по каждой работе.

Краткие теоретические положения.

Сетевая модель (график, граф, сеть) представляет собой графическую модель, в которой изображаются взаимосвязи и результаты всех работ планируемого проекта (рис. 1).

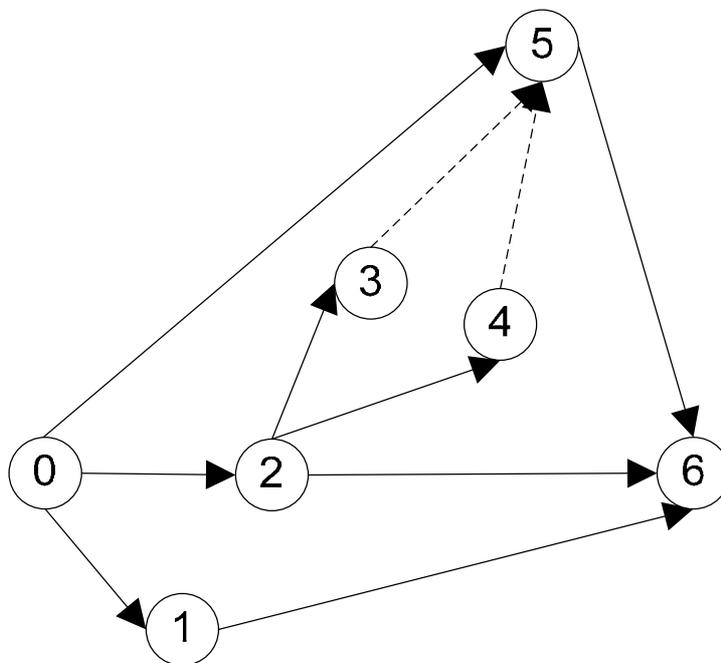


Рис. 1. Сетевая модель (график, сеть)

Основными элементами сетевой модели являются события, работы, путь.

Событие – это результат выполнения одной или нескольких работ.

Событие – это свершившийся факт, оно занимает лишь один момент во времени и не имеет продолжительности. Событие указывает на начало каких-либо работ и может быть одновременно итогом завершения других работ. Событие формулируется в совершенной форме, т. е. что-то сделано, выполнено, закончено (например: «задание выполнено», «механическая обработка деталей закончена»).

Различают две группы событий: для всей совокупности работ – исходное (1) и завершающее (N), для каждой работы – начальное (i) и конечное (j).

В сетевой модели событие изображается геометрической фигурой (круг, прямоугольник, квадрат, шестиугольник и т. д.), в которой указывается порядковый номер или шифр события, а иногда и название события.

Работа – это любой процесс, действие, приводящее к достижению определенных результатов (событий).

Различают следующие виды работ: действительную работу, ожидание, фиктивную работу.

Действительная работа – процесс, требующий затрат времени и исполнителей (разработка маршрутной технологии, изготовление штампов, разработка чертежей, механическая обработка деталей).

Ожидание – пассивный процесс, требующий только затрат времени (процесс сушки после покраски, старения металла, твердения бетона).

Графически действительная работа и ожидание изображаются сплошной линией со стрелкой, которая означает затраты времени, необходимого для выполнения данной работы. Затрачиваемое на работу время указывается над стрелкой, а число исполнителей под стрелкой.

Фиктивная работа представляет собой логическую связь между событиями, она не требует затрат времени и исполнителей, но обуславливает возможность начала одной работы только после непосредственного получения результата другой работы (передача по телефону или телетайпу необходимой информации).

На сетевой модели фиктивная работа изображается пунктирной линией.

Путем называется любая последовательность работ в сетевой модели, в которой конечное событие одной работы совпадает с начальным событием следующей за ней работы.

В сетевой модели следует различать:

а) *полный путь* – путь от исходного события до завершающего события;

б) *путь, предшествующий данному событию*, – путь от исходного события до данного;

в) *путь, последующий за данным событием*, – путь от данного события до завершающего;

г) *путь между событиями i и j* – путь между двумя какими-либо промежуточными событиями i и j ;

д) *критический путь* – путь между исходным и завершающим событием, имеющий наибольшую продолжительность во времени.

К основным параметрам сетевой модели относятся: критический путь, резервы времени событий и работ. Эти параметры являются исходными для получения ряда дополнительных характеристик, а также для анализа модели.

Критический путь – это наибольший по продолжительности путь сетевой модели от исходного события до завершающего.

В сетевой модели имеются и другие пути, опирающиеся на исходное и завершающее событие (полные пути), которые могут либо полностью проходить вне критического пути, либо частично совпадать с критической последовательностью работ. Эти пути называются ненапряженными.

Ненапряженные пути – это полные пути сетевой модели, которые по продолжительности меньше критического пути.

Ненапряженные пути обладают важным свойством: на участках, не совпадающих с критической последовательностью работ, они имеют резервы времени. Это означает, что задержка в совершении событий, не лежащих на критическом пути, до определенного момента не влияет на срок завершения разработки в целом. Критические пути резервами времени не располагают.

Поздний срок свершения i -го события – это такой срок свершения i -го события, превышение которого вызовет задержку завершающего события.

Поздний срок свершения i -го события определяется как разность между продолжительностью критического пути и максимального из последующих за данным событием путей до завершающего события:

$$Tn_i = t(L_{kp}) - t[L_{\max}(i - N)] \quad (1)$$

На практике поздний срок события рассчитывается по формуле

$$Tn_i = \min_{(i,j) \in E} \{Tn_j - t_{i,j}\}, \quad (2)$$

т.е. зная поздний срок для всех последующих событий j для данного события i и время работы $t_{i,j}$, соединяющей данные события, мы применяем формулу (2), двигаясь от заключительного события к исходному в обратном порядке. При этом для заключительного события N имеем $Tn_N = Tp_N = t(L_{kr})$, т.е. поздний срок заключительного события приравнивается его раннему сроку и равен длине критического пути сетевого графика.

Ранний срок свершения i -го события – минимальный срок, необходимый для выполнения всех работ, предшествующих данному событию.

Ранний срок свершения i -го события определяется как продолжительность во времени максимального из путей, ведущих от исходного события 1 до данного события i :

$$Tp_i = t[L_{\max}(1 - i)].$$

На практике ранний срок события рассчитывается по формуле

$$Tp_j = \max_{(i,j) \in E} \{Tp_i + t_{i,j}\}, \quad (3)$$

т.е. зная ранний срок для всех непосредственно предшествующих событий i для данного события j и время работы $t_{i,j}$, соединяющей данные события, мы применяем формулу (3), двигаясь от исходного события 0 к заключительному событию N в прямом порядке. При этом для начального события 1 имеем $Tn_1 = 0$, т.е. ранний срок начального события полагается равным 0.

Резерв времени события – это такой промежуток времени, на который может быть отсрочено свершение события без нарушения сроков завершения разработки в целом.

Резерв времени i -го события определяется как разность между поздним $T_{пi}$ и ранним $T_{рi}$ сроком наступления события:

$$R_i = T_{пi} - T_{рi}.$$

Путь, соединяющий события с нулевыми резервами времени, является критическим.

Резервами времени располагают также работы. Зная ранние и поздние сроки наступления событий, можно для любой работы i,j определить ранние и поздние сроки начала и окончания работы.

Ранний срок начала работы i,j – минимальное необходимое время между моментом наступления исходного события и моментом начала этой работы.

$$T_{рн\ ij} = T_{рi}.$$

Поздний срок начала работы i,j – максимально допустимый момент начала работы, при котором еще возможно выполнение данной работы и всех следующих за ней работ без превышения критического времени выполнения комплекса работ.

$$T_{пн\ ij} = T_{пj} - t_{ij}.$$

Ранний срок окончания работы i,j – минимальное необходимое время между моментом наступления исходного события и моментом окончания этой работы.

$$T_{ро\ ij} = T_{рi} + t_{ij}.$$

Поздний срок окончания работы i,j – максимально допустимый момент окончания данной работы, при котором еще возможно выполнение всех следующих за ней работ без превышения критического времени выполнения комплекса работ.

$$T_{по\ ij} = T_{пj}.$$

Полный резерв времени пути – это разница во времени между длиной критического пути $t(L_{кр})$ и длиной любого другого пути $t(L_s)$.

Полный резерв времени пути показывает, насколько могут быть увеличены продолжительности всех работ, принадлежащих пути L_s .

$$R(L_s) = t(L_{кр}) - t(L_s).$$

Полный резерв времени работы $R_{п\ ij}$ – максимальное время, на которое можно увеличить продолжительность работы (i,j) или отсрочить ее начало без нарушения позднего срока наступления ее конечного события, не изменяя при этом продолжительности критического пути.

$$R_{п\ ij} = T_{пj} - T_{рi} - t_{ij}.$$

У отдельных работ помимо полного резерва времени имеется свободный резерв времени являющийся частью полного резерва.

Свободный резерв времени работы $R_{c_{ij}}$ – максимальное время, на которое можно увеличить продолжительность работы (i,j) или отсрочить ее начало без нарушения ранних сроков наступления всех последующих событий и работ.

$$R_{c_{ij}} = T_{p_j} - T_{p_i} - t_{ij}.$$

Независимый резерв времени рассчитывается по формуле

$$R_{n_{ij}} = t_{p_j} - t_{n_i} - t_{ij}.$$

Данная величина может быть отрицательной. Независимый резерв показывает, насколько можно увеличить продолжительность работы или отложить ее начало и при условии, что это увеличение не вызовет изменения позднего срока свершения ее начального события и раннего срока наступления ее конечного события, и, следовательно, не вызовет сокращения резервов времени ни у одной из работ, предшествующих и последующих за данной работой

Резервы времени, особенно свободный, позволяют маневрировать сроками начала и окончания работ, их продолжительностью.

Важно отметить, что нумерация событий в сетевом графике должна быть согласована с порядком выполнения работ, т.е. номер каждого события всегда больше номеров тех событий, из которых в данное ведут работы. Такая нумерация событий называется также их топологической сортировкой.

Пример выполнения.

Дан комплекс работ.

Работы	Предш. работы	Длительность работ в неделях	Работы	Предш. работы	Длительность работ в неделях
А	-	5	J	G, H	5
В	-	7	К	G	4
С	-	3	L	G	6

D	A	5	M	E,J	9
E	A	15	N	J	2
F	B	4	O	K	4
G	B,C	5	P	L,O	3
H	F	12	Q	I,M,N	4
I	D	4			

Строим граф зависимостей работ:

1. Создаем события

1-начало,

2- A сделано, условие для D,E;

3-В-сделано, условие начала F;

4-В,С-сделаны- условие начала G,используем фиктивную работу для объединения В и С;

5- D-сделано, условие начала I;

6- F –сделано, условие начала H'

7- G сделано, условие начала K,L;

8-Н и G сделаны, условие начала J,вводим фиктивную работу для объединения G,H;

9- J сделано, условие начала работы N;

10- E и J сделаны, условие начала M,вводим фиктивную работу для объединения E,J;

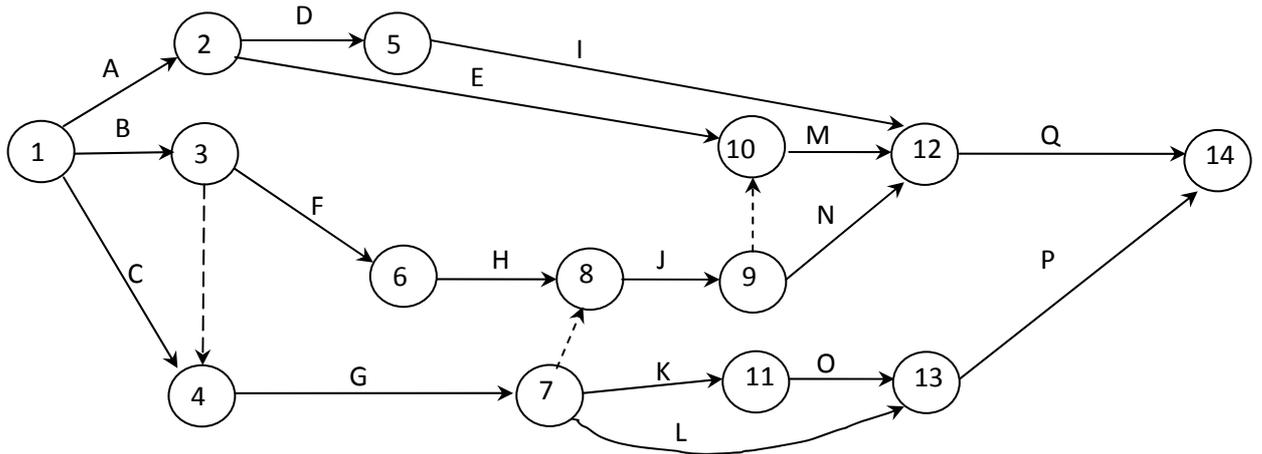
11-К сделано, условие начала работы O;

12- I,M,N- сделаны- одно событие, т.к. отдельно эти работы далее не используются;

13- O и L сделаны- одно событие, т.к. отдельно эти работы далее не используются;

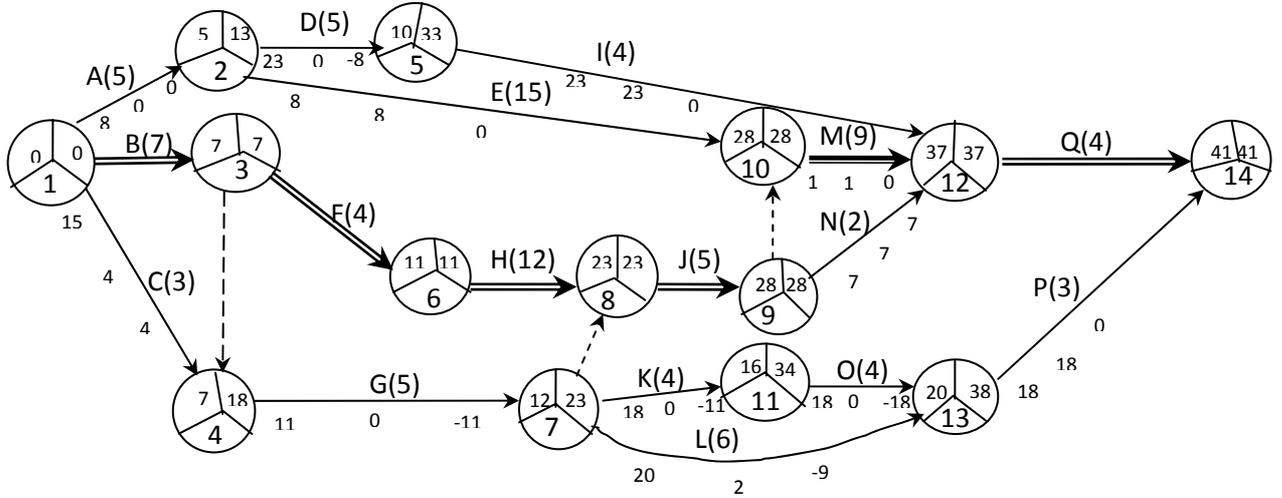
14- заключительное событие, в него ведут работы Q,P, так как эти работы не используются в других работах и являются заключительными.

2. Сетевой график.

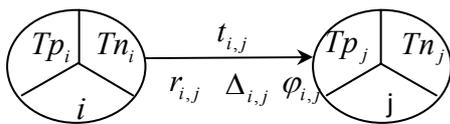


3. Нахождение критического пути и резервов работ.

Результатом выполнения данного пункта является следующий размеченный сетевой график.



Расчет вели по схеме:



- $r_{i,j} = Tn_j - Tp_i - t_{i,j}$ Полный резерв
- $\Delta_{i,j} = Tp_j - Tp_i - t_{i,j}$ Свободный резерв
- $\varphi_{i,j} = Tp_j - Tn_i - t_{i,j}$ Независимый резерв

Все резервы работ на критическом пути равны 0 и не выписываются.

а. Расчет ранних сроков наступления событий.

Событие	Предшествующие события	Расчет раннего срока наступления события
1	ϕ	$Tr_1 = 0$
2	{1}	$Tr_2 = Tr_1 + t_{12} = 0 + 5 = 5$
3	{1}	$Tr_3 = Tr_1 + t_{13} = 0 + 7 = 7$
4	{1,3}	$Tr_4 = \max\{Tr_1 + t_{14}, Tr_3 + t_{34}\} = \max\{0 + 3, 7 + 0\} = \max\{3, 7\} = 7$
5	{2}	$Tr_5 = Tr_2 + t_{25} = 5 + 5 = 10$
6	{3}	$Tr_6 = Tr_3 + t_{36} = 7 + 4 = 11$
7	{4}	$Tr_7 = Tr_4 + t_{47} = 7 + 5 = 12$
8	{6,7}	$Tr_8 = \max\{Tr_6 + t_{68}, Tr_7 + t_{78}\} = \max\{11 + 12, 12 + 0\} = \max\{23, 12\} = 23.$
9	{8}	$Tr_9 = Tr_8 + t_{8,9} = 23 + 5 = 28$
10	{2,9}	$Tr_{10} = \max\{Tr_2 + t_{2,10}, Tr_9 + t_{9,10}\} = \max\{10 + 4, 28 + 0\} = \max\{20, 28\} = 28.$
11	{7}	$Tr_{11} = Tr_{12} + t_{7,11} = 12 + 4 = 16$
12	{5,9,10}	$Tr_{12} = \max\{Tr_5 + t_{5,12}, Tr_9 + t_{9,12}, Tr_{10} + t_{10,12}\} = \max\{10 + 4, 28 + 2, 28 + 9\} = \max\{20, 28, 37\} = 37.$
13	{7,11}	$Tr_{13} = \max\{Tr_7 + t_{7,13}, Tr_{11} + t_{11,13}\} = \max\{12 + 6, 16 + 4\} = \max\{18, 20\} = 20.$
14	{12,13}	$Tr_{14} = \max\{Tr_{12} + t_{12,14}, Tr_{13} + t_{13,14}\} = \max\{37 + 4, 20 + 3\} = \max\{41, 23\} = 41.$

б. Расчет поздних сроков наступления событий.

Событие	Последующие события	Расчет позднего срока наступления события
14	ϕ	$Tn_{14} = Tr_{14} = 41$
13	{14}	$Tn_{13} = Tr_{14} - t_{13,14} = 41 - 3 = 38$
12	{14}	$Tn_{12} = Tr_{14} - t_{12,14} = 41 - 4 = 37$
11	{13}	$Tn_{11} = Tn_{13} - t_{11,13} = 38 - 4 = 34$

10	{12}	$Tn_{10} = Tn_{12} - t_{10,12} = 37 - 9 = 28$
9	{10,12}	$Tn_9 = \min\{Tn_{10} - t_{9,10}, Tn_{12} - t_{9,12}\} =$ $= \min\{28 - 0, 37 - 2\} = \min\{28, 35\} = 28$
8	{9}	$Tn_8 = Tn_9 - t_{8,9} = 28 - 5 = 23$
7	{8,11,13}	$Tn_7 = \min\{Tn_8 - t_{7,8}, Tn_{11} - t_{7,11}, Tn_{13} - t_{7,13}\} =$ $= \min\{23 - 0, 34 - 4, 8 - 6\} =$ $= \min\{23, 30, 32\} = 23.$
6	{8}	$Tn_6 = Tn_8 - t_{6,8} = 23 - 12 = 11$
5	{12}	$Tn_5 = Tn_{12} - t_{5,12} = 37 - 4 = 33$
4	{7}	$Tn_4 = Tn_7 - t_{4,7} = 23 - 5 = 18$
3	{6}	$Tn_3 = Tn_6 - t_{3,6} = 11 - 4 = 7$
2	{5,10}	$Tn_2 = \min\{Tn_5 - t_{2,5}, Tn_{10} - t_{2,10}\} =$ $= \min\{33 - 5, 28 - 15\} =$ $= \min\{28, 13\} = 13.$
1	{2,3,4}	$Tn_1 = \min\{Tn_2 - t_{1,2}, Tn_3 - t_{1,3}, Tn_4 - t_{1,4}\} = \min\{13 - 5, 7 - 7,$ $= \min\{8, 0, 15\} = 0.$

с. Расчет резервов работ.

Работа (i,j)	Время работы t_{ij}	Начальное событие $i(T_{pi}, T_{pi})$	Конечное событие $j(T_{pj}, T_{pj})$	Полный резерв работы $R_{pij} = T_{pj} - T_{pi} - t_{ij}$.	Свободный резерв работы $R_{cij} = T_{pj} - T_{pi} - t_{ij}$.	Независимый резерв работы $R_{nij} = T_{pj} - T_{pi} - t_{ij}$.
A	5	1(0,0)	2(5,13)	$13 - 0 - 5 = 8$	$5 - 0 - 5 = 0$	$5 - 0 - 5 = 0$
B	7	1	3(7,7)	$7 - 0 - 7 = 0$	$7 - 0 - 7 = 0$	$7 - 0 - 7 = 0$
C	3	1(0,0)	4(7,18)	$18 - 0 - 3 = 15$	$7 - 0 - 3 = 4$	$7 - 0 - 3 = 4$
D	5	2(5,13)	5(10,33)	$33 - 5 - 5 = 23$	$10 - 5 - 5 = 0$	$10 - 13 - 5 = -8$
E	15	2(5,13)	10(28,28)	$28 - 5 - 15 = 8$	$28 - 5 - 15 = 8$	$28 - 13 - 15 = 0$
F	4	3(7,7)	6(11,11)	$11 - 7 - 4 = 0$	$11 - 7 - 4 = 0$	$11 - 7 - 4 = 0$

G	5	4(7,18)	7(12,23)	23-7-5=11	12-7-5=0	12-18-5=-11
I	4	5(10,33)	12(37,37)	37-10-4=23	37-10-4=23	37-33-4=0
H	12	6(11,11)	8(23,23)	23-11-12=0	23-11-12=0	23-11-12=0
J	5	8(23,23)	9(28,28)	28-23-5=0	28-23-5=0	28-23-5=0
K	4	7(12,23)	11(16,34)	34-12-4=18	16-12-4=0	16-23-4=-11
L	6	7(12,23)	13(20,38)	38-12-6=20	20-12-6=2	20-23-6=-9
M	9	10(28,28)	12(37,37)	37-28-9=0	37-28-9=0	37-28-9=0
N	2	9(28,28)	12(37,37)	37-28-2=7	37-28-2=7	37-28-2=7
O	4	11(16,34)	13(20,38)	38-16-4=18	20-16-4=0	20-34-4=-18
Q	4	12(37,37)	14(41,41)	41-37-4=0	41-37-4=0	41-37-4=0
P	3	13(20,38)	14(41,41)	41-20-3=18	41-20-3=18	41-38-3=0

Критический путь $L_{кр} = \langle B, F, H, J, M, Q \rangle$.

Время выполнения проекта

$$T = t(L_{кр}) = t(B) + t(F) + t(H) + t(J) + t(M) + t(Q) = 7 + 4 + 12 + 5 + 9 + 4 = 41$$

дней.

Контрольные вопросы.

1. Что называется сетевым графиком работ.
2. Как рассчитываются ранние и поздние сроки наступления событий.
3. Что такое критический путь и как он находится.
4. Как рассчитываются полные, свободные и независимые резервы работ.

Индивидуальные задания.

Вариант	Комплекс работ					
1	Работы	Предш. работы	Длительность работ в неделях	Работы	Предш. работы	Длительность работ в неделях
	A	-	5	J	G,Н	5
	B	-	7	K	G	4
	C	-	3	L	G	6
	D	A	5	M	E,J	9
	E	A	15	N	J	2
	F	B,C	4	O	K	4
	G	B,C	5	P	L,O	3
	H	F	12	Q	L,M,N	4
	I	D	4			
2	Работы	Предш. работы	Длительность работ в неделях	Работы	Предш. работы	Длительность работ в неделях
	A	-	5	J	G,Н	5
	B	-	7	K	G	4
	C	-	3	L	G	6
	D	A	5	M	E,J	4
	E	A	15	N	J	2
	F	B,C	4	O	K	4
	G	B,C	5	P	L,O	3
	H	F	12	Q	L,M,N	4
	I	D	4			
3	Работы	Предш. работы	Длительность работ в неделях	Работы	Предш. работы	Длительность работ в неделях
	A	-	5	J	G,Н	5
	B	-	7	K	G	7
	C	-	3	L	G	6
	D	A	5	M	E,J	9
	E	A	15	N	J	2
	F	B,C	4	O	K	4
	G	B,C	5	P	L,O	3

	Н	Ф	12	Q	L,M,N	4
	I	D	4			
4	Работы	Предш. работы	Длительность работ в неделях	Работы	Предш. работы	Длительность работ в неделях
	A	-	5	J	G,H	5
	B	-	7	K	G	4
	C	-	3	L	G	6
	D	A	5	M	E,J	3
	E	A	15	N	J	2
	F	B,A	4	O	K	4
	G	B,C	5	P	L,O	3
	H	F	12	Q	L,M,N	4
	I	D	4			
5	Работы	Предш. работы	Длительность работ в неделях	Работы	Предш. работы	Длительность работ в неделях
	A	-	5	J	G,H	5
	B	-	7	K	G	4
	C	-	3	L	G	6
	D	A	5	M	E,J	9
	E	A	15	N	J	6
	F	B,A	4	O	K	4
	G	B,C	5	P	L,O	3
	H	F	12	Q	L,M,N	4
	I	D	4			
6	Работы	Предш. работы	Длительность работ в неделях	Работы	Предш. работы	Длительность работ в неделях
	A	-	5	J	G,H	5
	B	-	7	K	G	8
	C	-	3	L	G	6
	D	A	5	M	E,J	9
	E	A	15	N	J	2
	F	B	4	O	K	4
	G	B,C	5	P	L,O	3
	H	F	12	Q	L,M,N	4
	I	D	4			

7	Работы	Предш. работы	Длительность работ в неделях	Работы	Предш. работы	Длительность работ в неделях
	A	-	5	J	G,Н	5
	B	-	7	K	G	4
	C	-	3	L	G	6
	D	A	5	M	E,J	9
	E	A	15	N	J	2
	F	B	4	O	K	4
	G	B,C	5	P	L,O	3
	H	F,C	12	Q	L,M,N	4
	I	D	4			
8	Работы	Предш. работы	Длительность работ в неделях	Работы	Предш. работы	Длительность работ в неделях
	A	-	5	J	G,Н	5
	B	-	7	K	G	4
	C	-	3	L	G	6
	D	A	5	M	E,J	2
	E	A	15	N	J	2
	F	B	4	O	K	4
	G	B,C	5	P	L,O	3
	H	F,C	12	Q	L,M,N	4
	I	D	4			
9	Работы	Предш. работы	Длительность работ в неделях	Работы	Предш. работы	Длительность работ в неделях
	A	-	5	J	G,Н	5
	B	-	7	K	G	4
	C	-	3	L	G	6
	D	A	5	M	E,J	9
	E	A	15	N	J	9
	F	B	4	O	K	4
	G	B,C	5	P	L,O	3
	H	F,C	12	Q	L,M,N	4
	I	D	4			
10	Работы	Предш. работы	Длительность работ в	Работы	Предш. работы	Длительность работ в

		работы	неделях		работы	неделях
	A	-	5	J	G,Н	9
	B	-	7	K	G	4
	C	-	3	L	G	6
	D	A	5	M	E,J	9
	E	A	15	N	J	2
	F	B	4	O	K	4
	G	B,C	5	P	L,O	3
	H	F,C	12	Q	L,M,N	4
	I	D	4			
11	Работы	Предш. работы	Длительность работ в неделях	Работы	Предш. работы	Длительность работ в неделях
	A	-	5	J	G,Н	5
	B	-	7	K	G	4
	C	-	3	L	G	6
	D	A	5	M	E,J	3
	E	A	15	N	J	2
	F	B	4	O	K	4
	G	B,C	5	P	L,O	3
	H	F	12	Q	L,M,N, O	4
	I	D	4			
12	Работы	Предш. работы	Длительность работ в неделях	Работы	Предш. работы	Длительность работ в неделях
	A	-	5	J	G,Н	5
	B	-	7	K	G	4
	C	-	3	L	G	2
	D	A	5	M	E,J	3
	E	A	15	N	J	2
	F	B	4	O	K	4
	G	B,C	5	P	L,O	3
	H	F	12	Q	L,M,N, O	4
	I	D	4			
13	Работы	Предш. работы	Длительность работ в	Работы	Предш. работы	Длительность работ в

		работы	неделях			неделях
	A	-	5	J	G,Н	5
	B	-	7	K	G	4
	C	-	3	L	G	6
	D	A	5	M	E,J	3
	E	A	15	N	J	6
	F	B	4	O	K	4
	G	B,C	5	P	L,O	3
	H	F	12	Q	L,M,N, O	4
	I	D	4			
14	Работы	Предш. работы	Длительность работ в неделях	Работы	Предш. работы	Длительность работ в неделях
	A	-	5	J	G,Н	5
	B	-	7	K	G	4
	C	-	3	L	G	6
	D	A	5	M	E,J	3
	E	A	15	N	J	2
	F	B	4	O	K	4
	G	B,C	5	P	L,O	8
	H	F	12	Q	L,M,N, O	4
	I	D	4			
15	Работы	Предш. работы	Длительность работ в неделях	Работы	Предш. работы	Длительность работ в неделях
	A	-	5	J	G,Н	1
	B	-	7	K	G	4
	C	-	3	L	G	6
	D	A	5	M	E,J	3
	E	A	15	N	J	2
	F	B	4	O	K	4
	G	B,C	5	P	L,O	3
	H	F	12	Q	L,M,N, O	4
	I	D	4			
16	Работы	Предш.	Длительность	Работы	Предш.	Длительность

	ы	. работы	ь работ в неделях	ы	работы	ь работ в неделях
	A	-	5	J	G,Н	5
	B	-	7	K	G	4
	C	-	3	L	G	2
	D	A	5	M	E,J	3
	E	A	15	N	J	2
	F	B	4	O	K	4
	G	B,C	5	P	L,O	3
	H	F	12	Q	L,M,N, O	4
	I	D	4			
17	Работ ы	Предш . работы	Длительност ь работ в неделях	Работ ы	Предш . работы	Длительност ь работ в неделях
	A	-	5	J	G,Н	5
	B	-	7	K	G	4
	C	-	3	L	G	6
	D	A	5	M	E,J	9
	E	A	15	N	J	2
	F	B	4	O	K	4
	G	B,C	5	P	L,O,Q	3
	H	F	12	Q	L,M,N	4
	I	D	4			
18	Работ ы	Предш . работы	Длительност ь работ в неделях	Работ ы	Предш . работы	Длительност ь работ в неделях
	A	-	5	J	G,Н	5
	B	-	7	K	G	4
	C	-	3	L	G	6
	D	A	5	M	E,J	9
	E	A	15	N	J	8
	F	B	4	O	K	4
	G	B,C	5	P	L,O,Q	3
	H	F	12	Q	L,M,N	4
	I	D	4			
19	Работ ы	Предш . работы	Длительност ь работ в	Работ ы	Предш . работы	Длительност ь работ в

		работы	неделях		работы	неделях
	A	-	5	J	G,Н	5
	B	-	7	K	G	4
	C	-	3	L	G	6
	D	A	5	M	E,J	9
	E	A	15	N	J	2
	F	B	4	O	K	4
	G	B,C	5	P	L,O,Q	7
	H	F	12	Q	L,M,N	4
	I	D	4			
20	Работы	Предш. работы	Длительность работ в неделях	Работы	Предш. работы	Длительность работ в неделях
	A	-	5	J	G,Н	5
	B	-	7	K	G	4
	C	-	3	L	G	6
	D	A	5	M	E,J	4
	E	A	15	N	J	2
	F	B	4	O	K	4
	G	B,C	5	P	L,O,Q	3
	H	F	12	Q	L,M,N	4
	I	D	4			
21	Работы	Предш. работы	Длительность работ в неделях	Работы	Предш. работы	Длительность работ в неделях
	A	-	5	J	G,Н	3
	B	-	7	K	G	4
	C	-	3	L	G	6
	D	A	5	M	E,J	9
	E	A	15	N	J	2
	F	B	4	O	K	4
	G	B,C	5	P	L,O,Q	3
	H	F	12	Q	L,M,N	4
	I	D	4			
22	Работы	Предш. работы	Длительность работ в неделях	Работы	Предш. работы	Длительность работ в неделях
	A	-	5	J	G,Н	5

	B	-	7	K	G	4
	C	-	3	L	G	12
	D	A	5	M	E,J	9
	E	A	15	N	J	2
	F	B	4	O	K	4
	G	B,C	5	P	L,O,Q	3
	H	F	12	Q	L,M,N	4
	I	D	4			
23	Работы	Предш. работы	Длительность работ в неделях	Работы	Предш. работы	Длительность работ в неделях
	A	-	5	J	G,H	5
	B	-	7	K	G	4
	C	-	3	L	G	6
	D	A	5	M	E,J	9
	E	A	15	N	J,K	2
	F	B	4	O	K	4
	G	B,C	5	P	L,O	3
	H	F	12	Q	L,M,N	4
	I	D	4			
24	Работы	Предш. работы	Длительность работ в неделях	Работы	Предш. работы	Длительность работ в неделях
	A	-	5	J	G,H	5
	B	-	7	K	G	4
	C	-	3	L	G	6
	D	A	5	M	E,J	3
	E	A	15	N	J,K	2
	F	B	4	O	K	4
	G	B,C	5	P	L,O	3
	H	F	12	Q	L,M,N	4
	I	D	4			
25	Работы	Предш. работы	Длительность работ в неделях	Работы	Предш. работы	Длительность работ в неделях
	A	-	5	J	G,H	5
	B	-	7	K	G	4
	C	-	3	L	G	6

	D	A	5	M	E,J	9
	E	A	15	N	J,K	5
	F	B	4	O	K	4
	G	B,C	5	P	L,O	3
	H	F	12	Q	L,M,N	4
	I	D	4			