

Раздел 12. Управление сроками проекта

Управление проектами – это особая область менеджмента. История управления проектами началась одновременно с историей человека разумного. В определенном смысле проектом можно считать и организацию охоты на мамонта, и постройку египетских пирамид, и экспедицию Магеллана. Так что попытка отыскать самый первый проект обречена на неудачу. Результаты одних проектов мы с вами видим до сих пор, а о других можем судить лишь по описаниям современников.

Рассмотрение управления проектами как отдельной научной дисциплины принято связывать с именем Генри Ганта (Henry Gantt). Гант является создателем методики *диаграмм Ганта*, разработанной для отслеживания хода строительства больших трансконтинентальных океанских лайнеров во время Первой мировой войны. Идея Ганта состояла в том, что главным ресурсом планирования является время, а основой принятия управленческих решений – сравнение запланированного и фактического состояния работ. На диаграммах Ганта по горизонтали обычно показывают интервалы времени, а по вертикали – работы, операции, оборудование. Горизонтальные отрезки отражают длительность выполнения работ. Выбрав текущий момент времени и получив оперативную информацию о ходе производства, можно сопоставить фактическое состояние дел и планировавшееся.

В 1956 году М. Уолкер из фирмы DuPont, исследуя возможности более эффективного использования принадлежащей фирме вычислительной машины Univac, объединил свои усилия с Д. Келли из группы планирования капитального строительства фирмы «Ремингтон Рэнд». Они попытались использовать ЭВМ для составления планов-графиков крупных комплексов работ по модернизации заводов фирмы DuPont. В результате был создан рациональный метод описания проекта с использованием ЭВМ – *метод критического пути* (Critical Path Method, CPM). Данный метод имеет три достоинства – позволяет получить графическое представление проекта, определяет ориентировочное время, требуемое для его выполнения, и

показывает, какие действия критичны, а какие не столь важны для соблюдения всего графика работ.

Для задач, связанных с интеллектуальным трудом и другими вопросами, в которых стоимость оптимизируемого параметра не известна наверняка, используется *метод PERT-анализа* (Program Evaluation Review Technique). Он был разработан сотрудниками Военно-морского флота США в 1957 году для обеспечения создания ракеты «Полярис». Применяя PERT-анализ, они попытались симитировать график выполнения работ по созданию ракеты путем построения логической сети взаимозависимых последовательных событий. На начальной стадии PERT-представление было сфокусировано на контроле временных характеристик графика и прогнозировании вероятности успешного завершения программы. Но прежде чем PERT-представление было окончательно принято руководителями программ в промышленности, Военно-воздушные силы США внесли дополнение в методику, добавив к логической сети функцию ресурсной оценки. Таким образом, в 1962 году появилась PERT/Cost-методика (PERT-анализ с целью стоимостного прогнозирования), в то время как первоначально PERT-анализ был известен под названием PERT/Time (PERT-анализ для определения времени реализации проекта). Использование метода PERT позволило руководству программы точно знать, что требуется делать в каждый момент времени и кто именно должен это делать, а также какова вероятность своевременного завершения отдельных операций. Руководство программой оказалось настолько успешным, что проект удалось завершить на два года раньше запланированного срока. Благодаря такому впечатляющему началу, данный метод управления вскоре стал использоваться для планирования проектов во всех вооруженных силах США. Методика отлично себя зарекомендовала при координации работ, выполняемых различными подрядчиками в рамках крупных проектов по разработке новых видов вооружения.

После короткого исторического экскурса в методики управления проектами представим набор формальных определений, использующихся в данной дисциплине.

Проект – это временное предприятие, предназначенное для создания уникальных продуктов или услуг. «Временное» означает, что у любого проекта есть начало и непременно наступает завершение, когда достигаются поставленные цели, либо возникает понимание, что эти цели не могут быть достигнуты. «Уникальных» означает, что создаваемые продукты или услуги существенно отличаются от других аналогичных продуктов и услуг.

В качестве примеров проектов можно привести строительство, разработку любой новой продукции, проведение ремонтных работ, внедрение информационной системы на предприятии, проведение избирательной кампании, съемки кинофильма и многое другое, что отвечает приведенному определению.

Проект состоит из процессов. *Процесс – это совокупность действий, приносящая результат.* Процессы проекта обычно выполняются людьми и распадаются на две основные группы: процессы управления проектом (общие для любого проекта) и процессы, ориентированные на продукт (специфичные для конкретного проекта и продукта).

Процессы управления проектами могут быть разбиты на шесть основных групп, реализующих различные функции управления:

1. *процессы инициации* – принятие решения о начале выполнения проекта;
2. *процессы планирования* – определение целей и критериев успеха проекта и разработка рабочих схем их достижения;
3. *процессы исполнения* – координация людей и других ресурсов для выполнения плана;
4. *процессы анализа* – определение соответствия плана и исполнения проекта поставленным целям и критериям успеха и принятие решений о необходимости применения корректирующих воздействий;

5. *процессы управления* – определение необходимых корректирующих воздействий, их согласование, утверждение и применение;
6. *процессы завершения* – формализация выполнения проекта и подведение его к упорядоченному финалу.

Процессы управления проектами накладываются друг на друга и происходят с разной интенсивностью на всех стадиях проекта. Кроме этого, процессы управления проектами связаны своими результатами – результат выполнения одного становится исходной информацией для другого (рис.12.1).

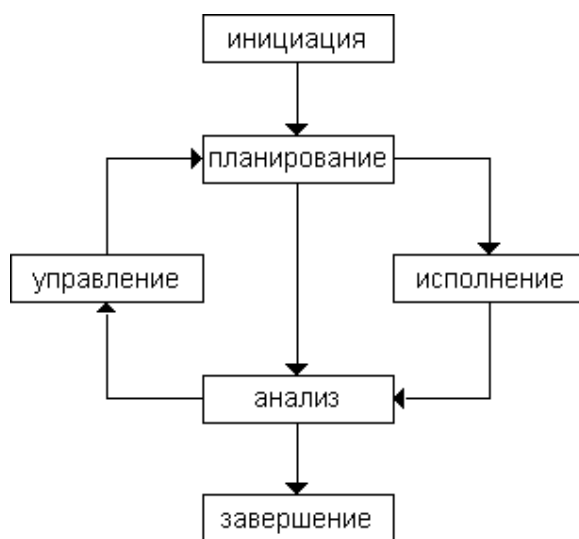


Рис. 12.1. Взаимосвязи процессов управления

Процессы, ориентированные на продукт, служат основой для построения проектного плана. Проектный план состоит из трех основных элементов: задач ресурсов и назначений.

Задача – это работа в рамках проекта для достижения определенного результата. В некотором смысле термины «задача» и «процесс, ориентированный на продукт» являются синонимами. Иногда задачи проекта объединяются в более крупные группы, называемые *фазами*. При этом в фазе обычно выделяется *завершающая задача (веха)*, которая обозначает результат фазы. Задача характеризуется такими параметрами как *длительность* – период рабочего времени, необходимый для выполнения задачи, и *трудозатраты* – время, которое потратил сотрудник на получение результата задачи.

Ресурсы – это сотрудники и оборудование, необходимые для выполнения задач проекта. Ресурсы обычно имеют свойство *стоимости*. Стоимость ресурсов бывает двух видов: повременная ставка и однократная стоимость за использование. Также ресурсы можно разделить на *невосполнимые* (например, физические материалы) и *восполнимые* (рабочая сила).

Назначение задает связь между работой и ресурсом.

Наглядной иллюстрацией основных характеристик проекта и связей между ними является *проектный треугольник* (рис. 12.2).



Рис. 12.2. Основные характеристики проекта

Время, стоимость и объем работ – взаимосвязанные величины. Для уменьшения времени, за которое выполняется проект, можно либо увеличить стоимость проекта (чтобы привлечь дополнительные трудовые ресурсы), либо уменьшить объем работ, которые необходимо выполнить. Таким образом, имеем следующее соотношение (k_1 и k_2 – некоторые коэффициенты):

$$t = \frac{k_1 V}{k_2 c}.$$

Без учета коэффициентов получаем следующую наглядную формулу, позволяющую оценить стоимость проекта:

$$c = \frac{V}{t}.$$

12.1. МЕТОД КРИТИЧЕСКОГО ПУТИ.

Рассмотрим некоторые математические методы, используемые в управлении проектами. Начнем с *метода критического пути* (СРМ).

Для математического описания, анализа и оптимизации проектов наиболее подходящими оказались *сетевые модели*, представляющие собой разновидность ориентированных графов. В сетевой модели роль вершин графа могут играть события, определяющие начало и окончание отдельных работ, а дуги в этом случае будут соответствовать работам. Такую сетевую модель принято называть *сетевой моделью с работами на дугах* (Activities on Arrows, AoA). В то же время возможно, что в сетевой модели роль вершин графа играют работы, а дуги отображают соответствие между окончанием одной работы и началом другой. Такую сетевую модель принято называть *сетевой моделью с работами в узлах* (Activities on Nodes, AoN).

Сетевая модель может быть представлена в нескольких видах. Наиболее распространенными формами представления являются сетевой график и табличная форма.

Рассмотрим следующий пример представления проекта в табл. 1.

Таблица 12.1

Сетевая модель проекта в табличной форме

| Номер работы | Срок выполнения | Каким предшествует работам |
|-------------------------|----------------------------|---|
| 1 | 2 | 2, 3 |
| 2 | 3 | 8 |
| 3 | 4 | 6, 7, 10 |
| 4 | 5 | 6, 7, 10 |
| 5 | 4 | 9 |
| 6 | 6 | 8 |
| 7 | 4 | — |
| 8 | 2 | — |
| 9 | 5 | 11 |
| 10 | 1 | 11 |
| 11 | 2 | — |

В табл. 1 для каждой работы указаны работы-«последовательницы». Возможен вариант, когда для каждой работы указываются работы-«предшественницы».

Перейдем от табличной формы к сетевой модели с работами на дугах. Для этого вначале определим события (вершины графа). Начальное событие является исходным для работ, которым ничего не предшествует (их нет в третьей колонке таблицы). Завершающее событие – это окончание работ, у которых нет «последователей» (прочерк в третьей колонке таблицы)(рис.12.3).

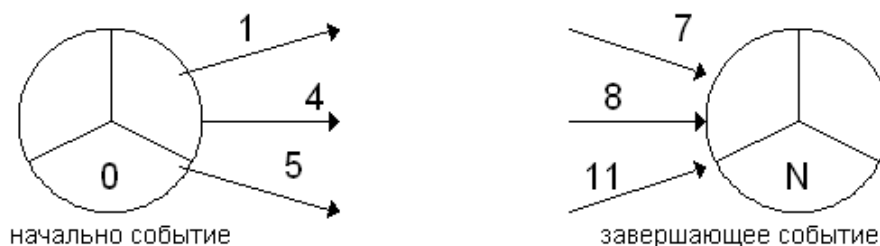


Рис. 12.3. Сетевая модель: начальное и завершающее события

Остальные события определяются на основе анализа строк таблицы (но пока не получают номера) (рис.12.4).

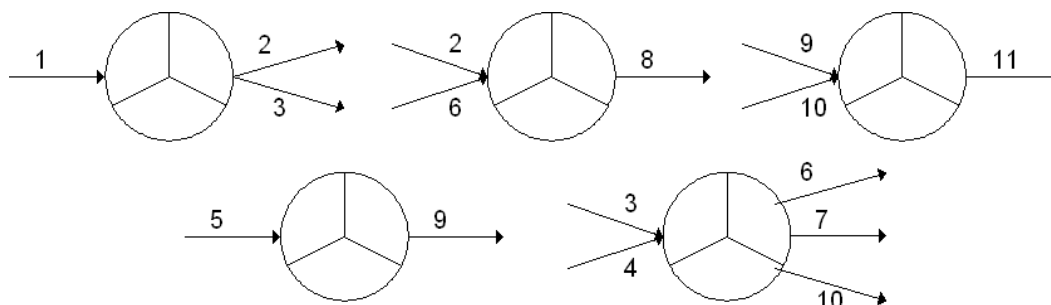


Рис. 12.4. Сетевая модель: набор событий

Для нумерации событий и построения сетевой модели используется следующий *алгоритм ранжирования*. К нулевому рангу относится начальное событие. Все работы, исходящие из начального события, вычеркиваются. На каждом шаге алгоритма определяются события, которые относятся к очередному рангу. Это события, у которых вычеркнуты все входящие работы. Затем у всех событий без ранга вычеркиваются те входящие работы, которые являются исходящими у событий очередного ранга (рис. 12.5).

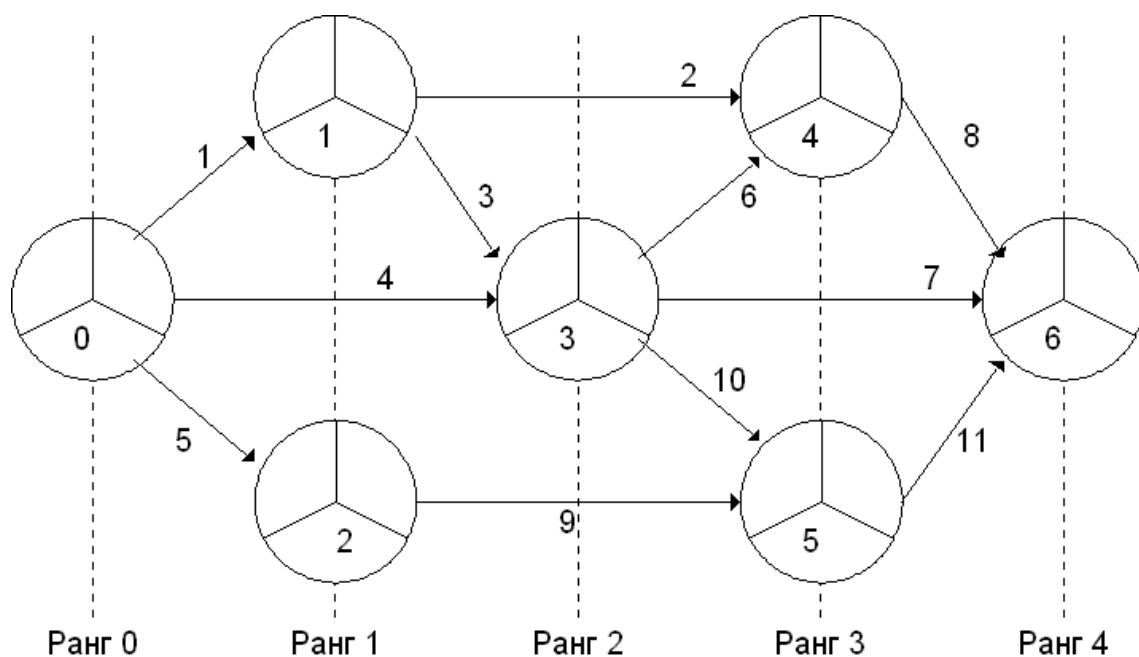


Рис. 12.5. Сетевая модель, полученная после алгоритма ранжирования

Рассмотрим на примере данной сетевой модели метод критического пути. Введем некоторые определения. Пусть дан путь от события K до события L . *Длиной пути* назовем сумму продолжительностей работ, которые составляют этот путь. *Критическое время* T_N – это длина самого длинного пути от начального события до завершающего. Смысл критического времени следующий: за время, меньшее, чем T_N , проект выполнить нельзя; работы, которые составляют путь, давший критическое время требуют особого внимания (задержка их выполнения увеличивает общий срок проекта).

Как найти критическое время и путь? Для этого будем использовать следующие величины. Через T_J^0 обозначим *наиболее ранний срок наступления события J* . Это самый длинный путь от начального события до события J . Данная величина вычисляется по следующей формуле:

$$T_J^0 = \begin{cases} 0, & J = 0, \\ \max_{I < J} \{T_I^0 + t_{IJ}\}, & J \neq 0. \end{cases}$$

Здесь t_{IJ} обозначает продолжительность работы между событиями I и J . Величина T_J^0 вычисляется для всех событий последовательно, начиная с начального события. Значение T_N^0 даст величину T_N .

Через T_J^1 обозначим *наиболее поздний допустимый срок наступления события J* . Если событие J наступит после T_J^1 , то срок исполнения проекта неизбежно увеличится. Данная величина вычисляется по формуле:

$$T_J^1 = \begin{cases} T_N, & J = N, \\ \min_{I \rightarrow J} \{T_I^1 - t_{IJ}\}, & J \neq N. \end{cases}$$

Величина T_J^1 вычисляется для всех событий последовательно, начиная с завершающего события.

Имеет место следующее утверждение: **работа (I, J) является критической, тогда и только тогда, когда $T_J^0 - T_I^1 = t_{IJ}$.**

Вычислим величины T_J^0 и T_J^1 для нашей сетевой модели. Будем записывать величину T_J^0 в узле сети слева, а величину T_J^1 – справа. (рис. 12.6)

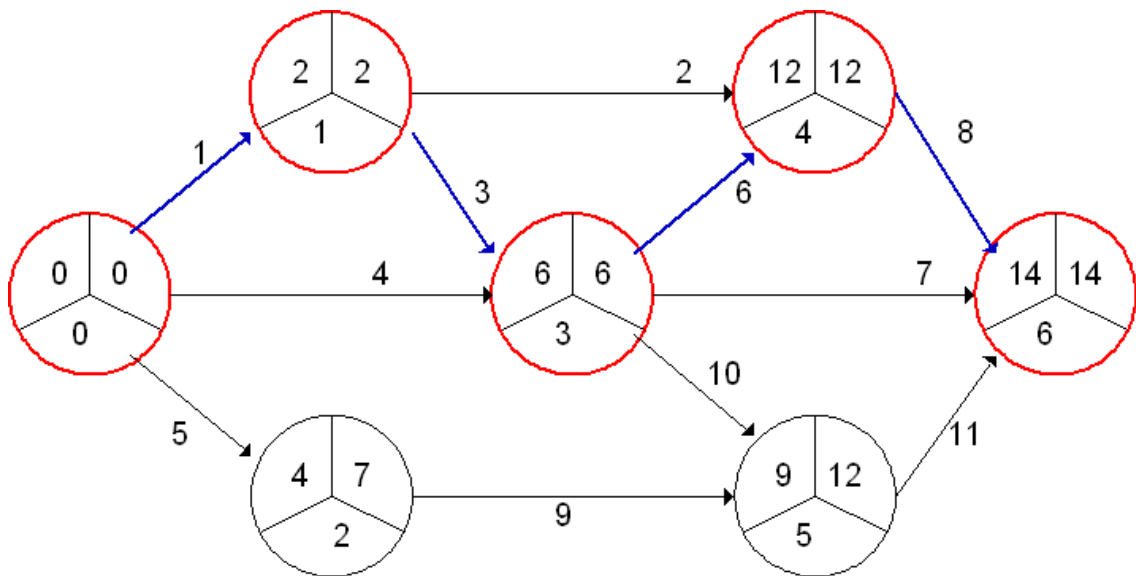


Рис. 12.6. Критический путь

Для критических работ $T_J^0 = T_J^1$ (обратное, вообще говоря, не верно). Таким образом, мы получили критический путь длиной 14, состоящий из работ 1, 3, 6, 8.

Для дальнейшего анализа удобными оказываются следующие величины. *Полный резерв времени* для работы (I, J) это величина $R_{IJ}^I = T_J^1 - T_I^0 - t_{IJ}$, которая показывает, на сколько можно задержать выполнение работы (I, J) , не изменяя критического времени. *Свободный резерв времени* $R_{IJ}^C = T_J^0 - T_I^0 - t_{IJ}$

для работы (I, J) показывает, на сколько можно задержать выполнение работы (I, J) , не сдвигая (не задерживая) всех остальных работ.

12.2 МЕТОД PERT.

Рассмотрим применение метода PERT в проектном планировании. В реальной жизни очень часто приходится сталкиваться с ситуациями, когда продолжительность работ не может быть определена точно, а лишь приблизительно. В принципе, могут иметь место два случая:

работы не являются новыми, и мы знаем приблизительно закон распределения продолжительности каждой из них;
работы совершенно новые для нас, и закон распределения продолжительности их выполнения нам неизвестен.

В первом случае, так как закон распределения продолжительности работы известен, то известны и два его параметра: *математическое ожидание* m продолжительности выполнения работы и *дисперсия* σ^2 продолжительности выполнения.

Во втором случае, когда точный закон распределения продолжительности работ неизвестен, предполагается, что это распределение подчиняется нормальному закону и описывается β -функцией, которая имеет следующие математическое ожидание и дисперсию (бета распределение):

$$m = \frac{O + 4M + P}{6},$$
$$\sigma^2 = \left(\frac{O - P}{6} \right)^2.$$

Здесь O обозначает оптимистическую оценку продолжительности работы, P – пессимистическую оценку, M – наиболее вероятную оценку продолжительности. Таким образом, в любом случае для оценки продолжительности любой работы мы будем иметь *ожидаемое время* (математическое ожидание) и *погрешность* (дисперсию) этого ожидания.

Процедура построения и разметки сетевого графика в случае со случайной продолжительностью работ ничем не отличается от той, что

используется в случае с детерминированной продолжительностью работ. Однако продолжительность найденного критического пути также будет иметь две оценки – ожидаемую и погрешность. Ожидаемая продолжительность критического пути равна сумме ожидаемых продолжительностей критических работ, а погрешность продолжительности критического пути равна сумме дисперсий критических работ. В этом случае говорить о том, что комплекс работ будет завершен к какой-то определенной дате (т. е. будет иметь какую-то фиксированную продолжительность выполнения T), можно лишь с некоторой вероятностью $P(T)$. Данная вероятность рассчитывается на основе таблиц для случайной величины, распределенной по нормальному закону. При этом в качестве параметра выступает масштабированная величина T_N , равная $T_N = (T - m_k)/\sigma_k$, где m_k – ожидаемая продолжительность критического пути, а σ_k – квадратный корень из погрешности продолжительности критического пути.

Рассмотрим в качестве примера сетевую модель, представленную табл. 2.

Таблица 2

Сетевой график в случае со случайной продолжительностью работ

| Номер работы | Оптимистическая оценка продолж. | Наиболее вероятная оценка продолжит. | Пессимистическая оценка продолж. | Каким работам предшествует |
|--------------|---------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|----------------------------|
| 1 | 1 | 2 | 3 | 2, 3 |
| 2 | 2 | 3 | 4 | 8 |
| 3 | 2 | 4 | 6 | 6, 7, 10 |
| 4 | 2 | 5 | 8 | 6, 7, 10 |
| 5 | 2 | 4 | 5 | 9 |
| 6 | 4 | 6 | 7 | 8 |
| 7 | 2 | 4 | 10 | — |
| 8 | 1 | 2 | 3 | — |

| | | | | |
|----|---|---|---|----|
| 9 | 2 | 5 | 8 | 11 |
| 10 | 1 | 1 | 3 | 11 |
| 11 | 1 | 2 | 4 | — |

Для каждой работы ожидаемое время и погрешность содержится в табл.

3.

Таблица 3

Ожидаемое время и погрешность

| Номер работ | Оптимистическая оценка продолж. | Наиболее вероятная оценка продолж. | Пессимистическая оценка продолж. | Ожидаемое время | Погрешность |
|--------------------|--|---|---|------------------------|--------------------|
| 1 | 1 | 2 | 3 | 2 | 0,11 |
| 2 | 2 | 3 | 4 | 3 | 0,11 |
| 3 | 2 | 4 | 6 | 4 | 0,44 |
| 4 | 2 | 5 | 8 | 5 | 1 |
| 5 | 2 | 4 | 5 | 3,83 | 0,25 |
| 6 | 4 | 6 | 7 | 5,83 | 0,25 |
| 7 | 2 | 4 | 10 | 4,67 | 1,78 |
| 8 | 1 | 2 | 3 | 2 | 0,11 |
| 9 | 2 | 5 | 8 | 5 | 1 |
| 10 | 1 | 1 | 3 | 1,3 | 0,11 |
| 11 | 1 | 2 | 4 | 2,17 | 0,25 |

Построим сетевую модель и найдем критический путь, используя в качестве параметров ожидаемое время работы (рис. 12.7).

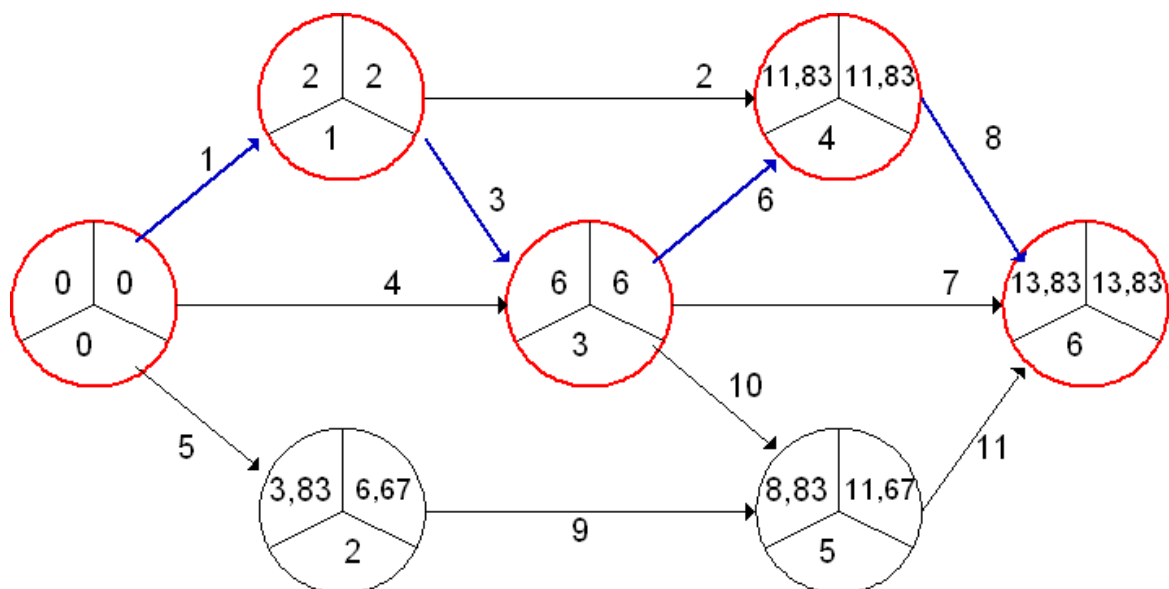


Рис. 12.7. Сетевая модель для метода PERT

Критический путь, состоящий из работ 1, 3, 6, 8, имеет ожидаемую продолжительность 13,83, а его суммарная погрешность равна $0,11 + 0,44 + 0,25 + 0,11 = 0,91$.

Однако полученная ожидаемая продолжительность критического пути не означает, что весь комплекс работ, описанный сетевым графиком, будет завершён именно в течение данного промежутка времени. Утверждать, что этот комплекс работ будет завершён именно в данный промежуток времени, можно только с вероятностью 0,5, так как:

$$P(13,83) = F((13,83 - 13,83) / 0,95) = F(0) = 0,5.$$

| x | $\Phi(x)$ | x | $\Phi(x)$ | x | $\Phi(x)$ |
|------|-----------|------|-----------|------|-----------|
| 0,00 | 0,500000 | 1,00 | 0,841345 | 2,00 | 0,977250 |
| 0,05 | 0,519939 | 1,05 | 0,853141 | 2,05 | 0,979818 |
| 0,10 | 0,539828 | 1,10 | 0,864334 | 2,10 | 0,982136 |
| 0,15 | 0,559618 | 1,15 | 0,874928 | 2,15 | 0,984222 |
| 0,20 | 0,579260 | 1,20 | 0,884930 | 2,20 | 0,986097 |
| 0,25 | 0,589706 | 1,25 | 0,894350 | 2,25 | 0,987776 |
| 0,30 | 0,617911 | 1,30 | 0,903200 | 2,30 | 0,989276 |
| 0,35 | 0,636831 | 1,35 | 0,911492 | 2,35 | 0,990613 |
| 0,40 | 0,655422 | 1,40 | 0,919243 | 2,40 | 0,991802 |
| 0,45 | 0,673645 | 1,45 | 0,926471 | 2,45 | 0,992857 |
| 0,50 | 0,691463 | 1,50 | 0,933193 | 2,50 | 0,993790 |
| 0,55 | 0,708840 | 1,55 | 0,939429 | 2,55 | 0,994614 |
| 0,60 | 0,725747 | 1,60 | 0,945201 | 2,60 | 0,995339 |
| 0,65 | 0,742154 | 1,65 | 0,950528 | 2,65 | 0,995975 |
| 0,70 | 0,758036 | 1,70 | 0,955434 | 2,70 | 0,996533 |
| 0,75 | 0,773373 | 1,75 | 0,959941 | 2,75 | 0,997020 |
| 0,80 | 0,788145 | 1,80 | 0,964070 | 2,80 | 0,997445 |
| 0,85 | 0,802338 | 1,85 | 0,967843 | 2,85 | 0,997814 |
| 0,90 | 0,815940 | 1,90 | 0,971283 | 2,90 | 0,998134 |
| 0,95 | 0,828944 | 1,95 | 0,974412 | 2,95 | 0,998411 |
| | | | | 3,00 | 0,998650 |

С таким же успехом можно определить вероятность завершения комплекса работ до любого директивного срока X . Пусть, например, $X = 15$. Тогда:

$$P(15) = F((15 - 13,83) / 0,95) = F(1,23) = 0,8907 \text{ (89\%)}.$$

Кроме этого, можно решить и **обратную задачу**, то есть определить тот срок, к которому рассматриваемый комплекс работ может завершиться с некоторой заданной вероятностью P_D . Зная P_D , можно воспользоваться нормальным стандартным распределением (в форме таблиц или с помощью известной функциональной зависимости, описываемой интегралом нормального стандартного распределения) и найти x , при котором $F(x) = P_D$. Продолжительность критического пути T_D , соответствующая заданной вероятности P_D , будет равна

$$T_D = x\sigma_k + m_k$$

Так, для рассматриваемого здесь примера промежуток времени, в течение которого комплекс работ, описываемых сетевым графиком, будет завершён с вероятностью 0,95, равен:

$$P_D = 0,95 \Rightarrow F(x) = 0,95 \Rightarrow x = 1,645 \Rightarrow T_D = 1,645 * 0,95 + 13,85 = 15,41.$$

12.3. СТОИМОСТНЫЙ АНАЛИЗ ПРОЕКТА

Рассмотрим некоторые математические методики для стоимостного анализа проекта. Прежде всего, заметим, что любая работа проекта имеет прямую и косвенную стоимость. *Прямая стоимость работы* – это стоимость материалов, затраты на зарплату. Если необходимо сократить время выполнения работы, прямая стоимость работы обычно возрастает, так как работа требует *больших* ресурсов. *Косвенная стоимость работы* обычно не связана с конкретным проектом. Это налоги, стоимость аренды помещений и т. п. При увеличении длительности работы косвенная стоимость возрастает. Отсюда можно сделать важный вывод: **зависимость стоимости работы от продолжительности работы носит нелинейный характер(рис. 12.8).**

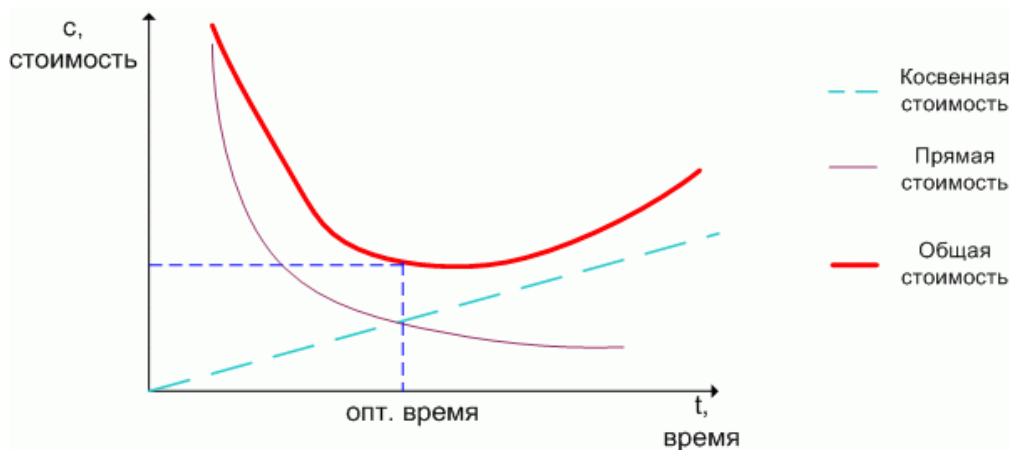


Рис. 12.8. Зависимость стоимости работы от времени

Однако полученную нелинейную зависимость обычно сознательно упрощают. Полагают, что любая работа имеет «нормальную» продолжительность d_i и «нормальную» стоимость c_i , а также «сжатую» продолжительность D_i и большую, «сжатую» стоимость C_i . Зависимость стоимости от длительности на отрезке $[D_i, d_i]$ предполагается линейной.

Можно сформулировать несколько задач планирования с использованием стоимости. В частности, рассмотрим задачу уменьшения сроков проекта за счет увеличения его стоимости. Предположим, что проект задан при помощи табл. 4.

Таблица 4

Описание проекта (длительность и стоимости работ)

| Работ а | Предшеств · работы | Нормальные сроки | | Сжатые сроки | | Приращени е затрат |
|------------|--------------------------|---------------------|------------|--------------|------------|-----------------------|
| | | продолж · | стоим · | продолж · | стоим · | |
| A | — | 9 | 900 | 3 | 6300 | 900 |
| B | — | 7 | 2800 | 6 | 3300 | 500 |
| C | A | 10 | 7000 | 2 | 16600 | 1200 |
| D | A | 12 | 8400 | 6 | 13800 | 900 |
| E | B | 12 | 7200 | 4 | 12800 | 700 |
| F | D, E | 6 | 4900 | 6 | 4900 | 0 |
| G | D, E | 6 | 3000 | 4 | 6200 | 1600 |
| H | G | 14 | 4200 | 12 | 5200 | 500 |
| I | C, F | 8 | 3200 | 3 | 6700 | 700 |

Если использовать нормальные продолжительности работ, то получится следующая сетевая модель проекта(рис.12.9).

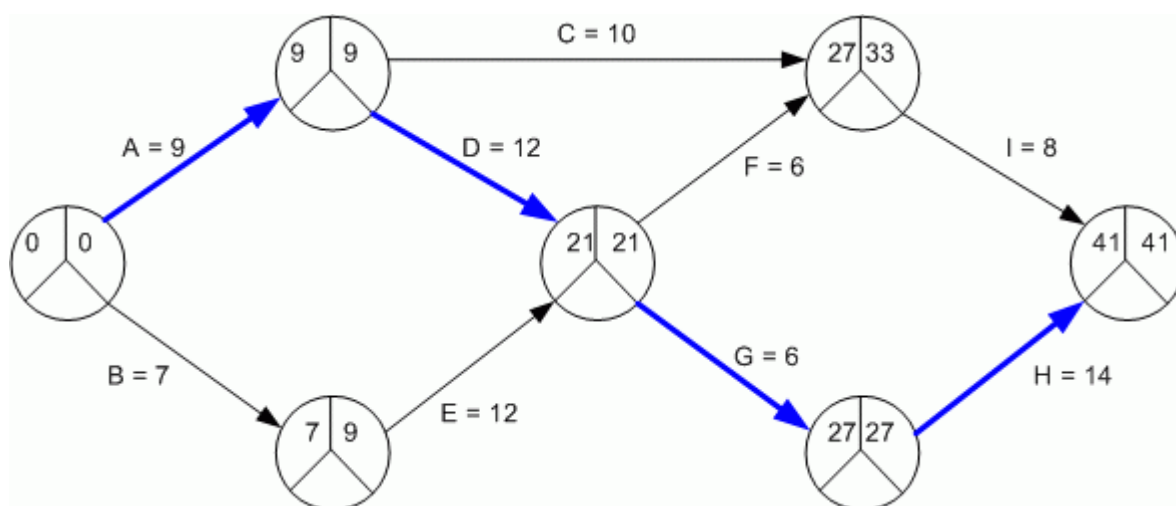


Рис. 12.9. Сетевая модель – нормальная продолжительность работ

Продолжительность проекта – 41 день. Общие затраты на проект составляют 41600 условных единиц.

При использовании сокращенных сроков работ получим следующую модель, общие затраты при этом 75800 условных единиц, а продолжительность – 26 дней (рис.12.10)

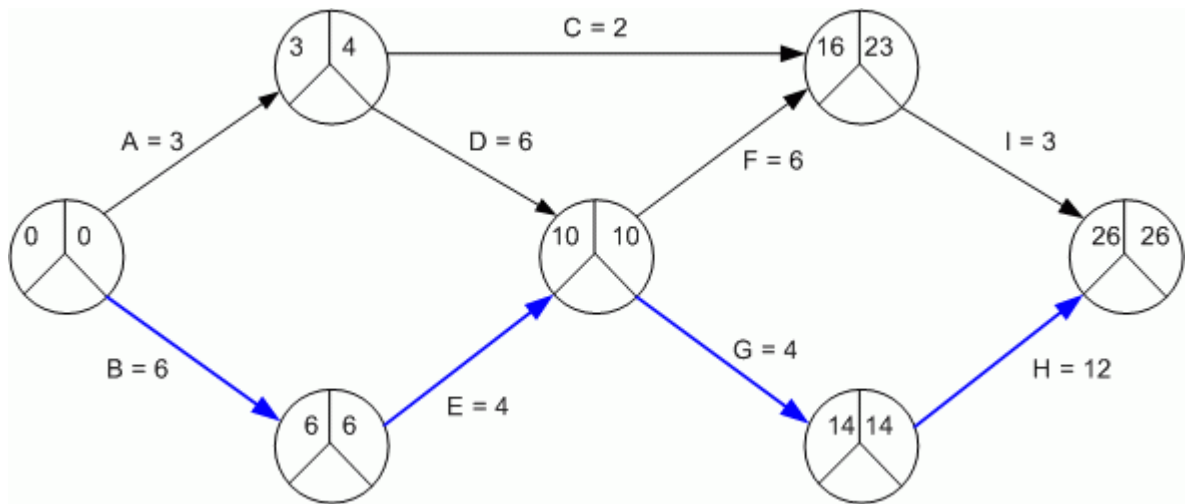


Рис. 12.10. Сетевая модель – сокращенные сроки работ

Новый сетевой план задает своеобразную «границу» возможной оптимизации исходной задачи. Обратите внимание: в новой модели другой критический путь.

Имея две сетевых модели далее можно поступить одним из двух способов:

1. В «сокращенной» модели растянуть выполнение некритических работ. При этом следует учитывать свободный резерв времени для работы и нормальную продолжительность работы. Для нашего примера получим табл. 5.

Таблица 5

Новая сетевая модель

| Работа | Свободный резерв | Нормальная продолж. | На сколько растягиваем | Сэкономили затрат |
|--------|------------------|---------------------|------------------------|-------------------|
| A | 0 | 9 | - | |
| C | 11 | 10 | 8 | 9600 |
| D | 1 | 12 | 1 | 900 |
| F | 0 | 6 | - | |
| I | 7 | 8 | 5 | 3500 |

Общая экономия затрат составляет 14000 условных единиц (рис.12.11)

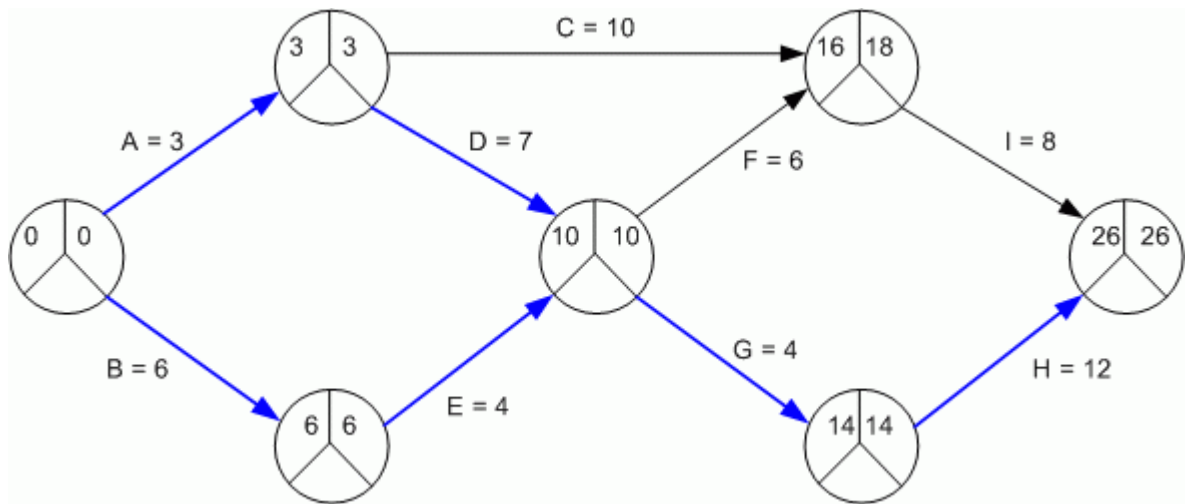


Рис. 12.11. Новая сетевая модель проекта

Обратите внимание на то, какие работы стали критическими.

2. В «нормальной» модели последовательно убыстрять выполнение отдельных работ. При этом убыстрять выполнение не критических работ не имеет смысла. Можно использовать такой эмпирический алгоритм.

Рассмотреть работы, которые лежат на критическом пути.

Выбрать ту работу, убыстрение которой наиболее дешево.

Уменьшить продолжительность данной работы на фиксированную величину (например, 1 день).

Пересчитать стоимость проекта и критический путь (он может измениться).

Повторить описанные шаги.

Признаком завершения алгоритма может служить достижение заданной продолжительности проекта или верхней границы стоимости проекта.

В нашем примере в нормальной модели критический путь составляют работы A, D, G, H. Дешевле всего начать ускорение с работы H. Ее можно ускорить на 2 дня (до сжатого срока в 12 дней) без изменения критического пути. Это потребует $2 \times 500 = 1000$ условных единиц. Далее можно ускорить работы A или D. Прodelайте самостоятельно несколько шагов алгоритма в качестве упражнения.

1.5. РЕСУРСНЫЙ АНАЛИЗ ПРОЕКТА

При планировании проекта одной из важных задач является сглаживание потребности в ресурсах. Любая работа может требовать для своего выполнения некоторых ресурсов. В простейшем случае существует только один однотипный ресурс для всех работ. На практике повсеместно приходится сталкиваться с ситуацией, когда потребность в том или ином виде физического ресурса в конкретный момент времени превышает имеющиеся возможности его обеспечения. Такие ситуации возникают в силу следующих причин:

- Стремление сократить время выполнения работы приводит к неправильному решению в отношении выделяемых на нее ресурсов. Это достаточно тривиальная ситуация, как правило, обусловленная невнимательным отношением к ограничениям по проекту. Нельзя назначить на выполнение работы, скажем, трех исполнителей, если в наличии только два. Такую ситуацию легко избежать при использовании компьютерных систем поддержки проектного управления, в которых запрограммирована процедура проверки на непротиворечивость условий проекта.

- Для каждой отдельной работы проекта ограничения по ресурсам соблюдены, но топология сетевой модели проекта оказывается причиной запараллеливания нескольких работ, предусматривающих использование одинаковых ресурсов. Это приводит к соответствующему увеличению суммарной потребности в них в определенные моменты времени. Возникает конфликтная ситуация: в рассматриваемый момент времени потребность в ресурсах превышает возможности, а значит, для каких-то из работ оказывается невозможным осуществить выполнение так, как это предполагается текущим планом. Данная ситуация, как правило, становится предметом тщательного анализа, поскольку требует своего разрешения на стадии планирования проекта. Конфликт должен и может быть разрешен с помощью перепланирования проекта. Целью такого перепланирования должно быть либо максимальное сокращение перерасхода ресурсов без увеличения общего времени выполнения проекта, либо приведение потребности в ресурсах в

соответствие с установленными ограничениями (пусть даже за счет некоторого удлинения сроков выполнения проекта), либо комбинация этих двух подходов. В любом случае речь идет о сглаживании потребности в ресурсах. В первом случае как бы предполагается, что имеются четкие ограничения «по вертикали», то есть по срокам осуществления проекта. Во втором случае – что имеются четкие ограничения «по горизонтали», то есть по суммарной потребности в ресурсах. В третьем случае – что имеются четкие установки относительно общей стоимости проекта, а именно, что она должна быть минимальна.

Общие принципы сглаживания потребности в ресурсах очень просты.

Первый принцип основан на том, что, как правило, многие из параллельно запланированных работ, требующих одних и тех же ресурсов, имеют резервы времени их выполнения, предполагающие, что их осуществление может быть отложено на некоторое время без всякого влияния на общую продолжительность выполнения всего проекта в целом. Поэтому, распараллеливание работ приводит к сглаживанию потребности в ресурсах.

Второй принцип исходит из того, что продолжительность выполнения некоторых работ зависит от объема выделяемых для них ресурсов. Поэтому, если у таких работ имеются также и резервы времени, то можно безболезненно для проекта в целом пойти на снижение интенсивности выполнения этих работ, что приведет к сглаживанию потребности.

Однако, несмотря на простоту и понятность общих принципов, на которых строится сглаживание потребности проекта в ресурсах, расчетные алгоритмы оказываются очень и очень трудоемкими. Следует признать, что пока не разработано метода прямого поиска оптимального решения этой задачи, и на практике процедуры сглаживания связаны либо с полным перебором возможных вариантов топологии проектного плана (в этом случае оказывается возможным доказать оптимальность варианта плана), либо с применением некоторых эвристических правил выстраивания квазиоптимальной топологии (например, «наиболее короткая работа должна

выполняться первой»). И в том, и в другом случае нельзя обойтись без специального программного обеспечения, не только из-за трудоемкости решения задачи, но из-за того, что при ее решении слишком высока вероятность допустить расчетную ошибку.

Рассмотрим следующий пример. Используем старые данные о проекте, но дополним их информацией о необходимых ресурсах и получим табл. 6.

Таблица 6

Сетевая модель проекта с данными о ресурсах

| Номер работы | Срок выполнения | Каким работам предшествует | Ресурсы |
|-----------------|--------------------|----------------------------------|---------|
| 1 | 2 | 2, 3 | 3 |
| 2 | 3 | 8 | 4 |
| 3 | 4 | 6, 7, 10 | 10 |
| 4 | 5 | 6, 7, 10 | 2 |
| 5 | 4 | 9 | 4 |
| 6 | 6 | 8 | 2 |
| 7 | 4 | — | 9 |
| 8 | 2 | — | 8 |
| 9 | 5 | 11 | 4 |
| 10 | 1 | 11 | 9 |
| 11 | 2 | — | 8 |

К анализу потребности в ресурсах приступают с построения графика Ганта проекта, на котором работы откладываются на временной шкале от ранних сроков начала их выполнения. Параллельно с графиком Ганта строится гистограмма изменения потребности во времени, ось абсцисс которой – это временная шкала выполнения проекта, а ось ординат – суммарная (по всем выполняемым в данный момент времени работам) потребность в ресурсах. Исходный график Ганта и гистограмма потребности в ресурсах представлены на схеме 7. На схеме выделен критический путь и обозначены резервы по времени для работ, не составляющих критический путь (рис. 12.12).

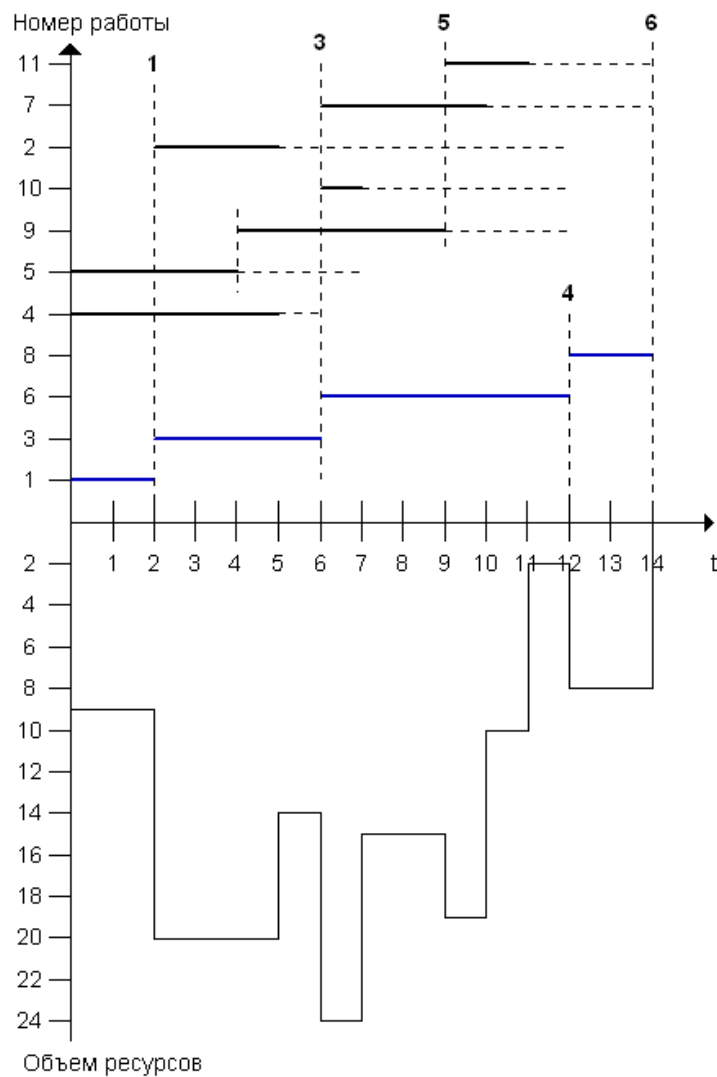


Рис. 12.12. Графика Ганта и гистограммы потребности в ресурсах

Простейшее выравнивание ресурсов в данном проекте можно осуществить вручную, сдвигая не критические работы в пределах их свободных резервов времени. Прodelайте данную работу самостоятельно.

Для выравнивания ресурсов не целесообразно использовать методы линейного программирования из-за большого количества уравнений и неизвестных в математической модели. Наибольшее распространение для решения такой задачи получили разнообразные эвристические методы из-за своей относительной простоты и вместе с тем неплохого качества получаемых решений (зачастую мало отличающихся от тех, которые можно было бы получить, применяя сложные методы оптимизации). Все эти методы основаны на принципе использования эвристик (определенных правил) перемещения ресурсов между работами и изменения календарных сроков выполнения работ