

На изменение ΔS влияют изменение полных затрат с учетом непогашенных на начало отчетного периода ΔS и изме-

$$\Delta S = \Delta S_{(\Delta S)} + \Delta S_{(\Delta Q)} = \frac{(S^1 - S^0)}{Q^0} + S^1 \left(\frac{1}{Q^1} - \frac{1}{Q^0} \right),$$

здесь $Q = \beta_2 + Q_n$.

В свою очередь, величина ΔS подвержена влиянию изменений остатка непогашенных затрат по горноподготовительным работам на начало отчетного пе-

$$\Delta S = S^1 - S^0 = \Delta S_{(\Delta S_n)} + \Delta S_{(\Delta C)} = (S_n^1 - S_n^0) + (C^1 - C^0).$$

Таким образом, разрабатываемый организационно-экономический механизм бухгалтерского учета подготавливаемых (вскрытых подготовленных и готовых к выемке) запасов угля на шахтах, позволяет правильно отражать производственно-экономический процесс подземной угледобычи; решать задачу управления процессом воспроизводства подготавливаемых запасов; детализировать контроль капитальных инвестиций в горноподготовительные работы; проводить экономический анализ погашения затрат горноподготовительных работ.

В.А. КУЧЕР,
ДонНТУ

ПЛАНИРОВАНИЕ ВОСПРОИЗВОДСТВА МОЩНОСТИ УГОЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ ВЕРОЯТНОСТНЫХ СЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ

Трансформация предприятий угольной отрасли в рыночную экономику предусматривает изменения планового подхода в производственно-хозяйственной деятельности предприятий, перехода от планово-директивной к планово-договорной системе планирования как объемов производства, так и коммерческой деятельности. Для угольных предприятий, в первую очередь, это относит-

нения уровня запасов с учетом остатка на конец отчетного периода (ΔQ):

риода (ΔS_n), а также изменений стоимости горноподготовительных работ за отчетный период (ΔC):

Список литературы

1. Акофф Р. Планирование будущего корпорации. М.: Прогресс, 1985. - 328 с.
2. Пархоменко В.М. Бухгалтерський облік в Україні. Нормативи. Коментарі. 4.5. - Луганськ, "Промдрук ДСД Лугань", 2000. - 336 с.
3. Друри К. Введение в управленческий и производственный учет. - М.: Аудит, 1997. - 774 с.
4. Голов С.Ф. Управленческий бухгалтерский учет. - К.: Скарби, 1998. - 384 с.

ся к составлению программ развития очистных и подготовительных забоев.

Программа развития подготовительных забоев обеспечивает своевременность подготовки новой линии очистных забоев и своевременность ввода их в эксплуатацию. Планирование подготовки новых очистных забоев в условиях высокой неопределенности исходной информации, требует пересмотра существ-

вующих методов планирования. Последние основаны на нормировании и оптимизации темпов проведения отдельных горных выработок. Задача планирования воспроизводства мощности угольного предприятия является многоплановой и сводится к оптимизации всего комплекса горноподготовительных работ, обеспечивающего соблюдение договорных условий объемов добычи угля с учетом проявления возможных неблагоприятных факторов производственной сферы, именуемых факторами риска. Критерием оптимизации указанной программы могут быть предельные издержки, а инструментом управления программой – вероятностные сетевые модели.

Любая классификация рисков в некоторой степени условна, так как провести жёсткую границу между отдельными видами рисков довольно сложно. Многие риски взаимосвязаны между собой, и изменения в одном из них вызывают изменения в другом. Все они в конечном счёте влияют на результаты деятельности субъектов рыночной экономики и требуют их учёта для успешной деятельности этого субъекта.

Естественным требованием к классификации риска является её ориентация на методы компенсации или противодействия. Иными словами, классификация видов риска должна быть соотнесена с классификацией методов управления риском. Это ограничивает возможности формального объединения разных по существу факторов в одной классификационной группе.

Вместе с тем анализ представленных на рис. 1 факторов риска предприятия даёт основание объединить их в две группы: факторы производственного и коммерческого рисков. Производственные риски формируют такие факторы, как техника, технология и организация производства; коммерческий – уровень рентабельности, величина затрат, прибыль, финансы.

Горное предприятие – это субъект производственного типа, поэтому на него, как и на любое другое производственное предприятие, оказывают влияние внешние и внутренние неблагоприятные факторы, которые связаны с деятельностью самого предприятия и отражают его отраслевую специфику.

Действие факторов риска в горной промышленности проявляется прежде всего при сооружении комплекса горных выработок по воспроизводству мощности угольного предприятия, поскольку здесь риск обусловлен неопределённостью производственных условий, что существенно влияет на проектируемые сроки ввода новых мощностей и ухудшает экономические показатели работы предприятия.

В экономической литературе широко освещены методы оптимизации горнопроходческих работ при строительстве и реконструкции шахт, подготовки новых горизонтов на основе использования сетевых моделей с детерминированными и вероятностными оценками продолжительности сооружения отдельных горных выработок [1]. Однако в условиях перехода работы предприятий угольной отрасли в рыночные условия на планово-договорной основе по-новому встает задача управления производственным и коммерческим риском. Вся сложность управления рисками заключается в их многообразии и широком диапазоне варьирования (рис. 2).

Для решения оптимизационных задач воспроизводства мощности горнодобывающих предприятий с учетом факторов производственного риска могут быть использованы сетевые модели с вероятностными оценками продолжительности сооружения горных выработок. Сетевые методы планирования просты, наглядны и понятны. Тем не менее при их использовании возникает ряд проблем. К ним следует отнести планирование скорости проведения отдельных выработок, входящих в сетевую модель;

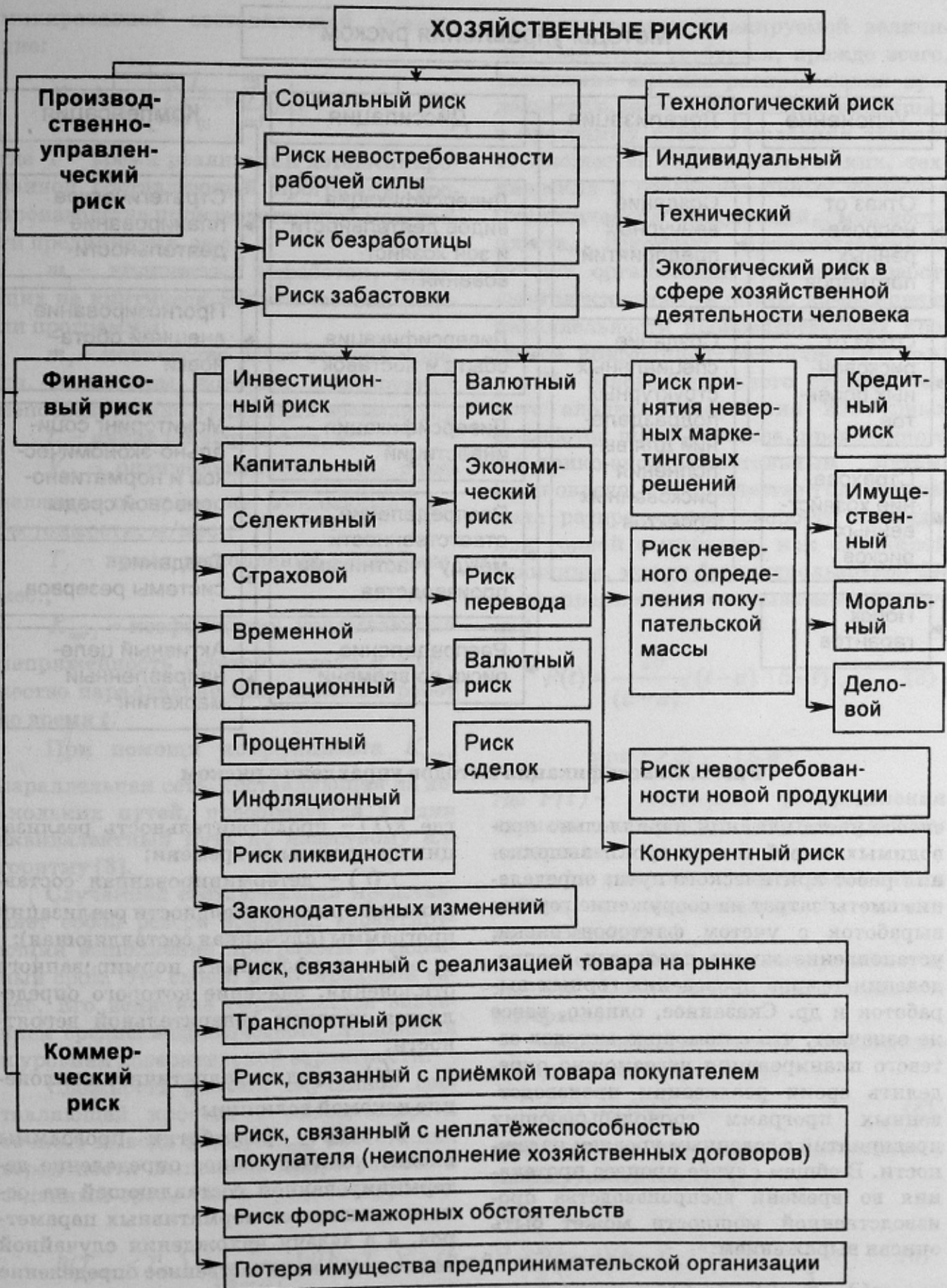


Рис. 1. Классификация хозяйственных рисков

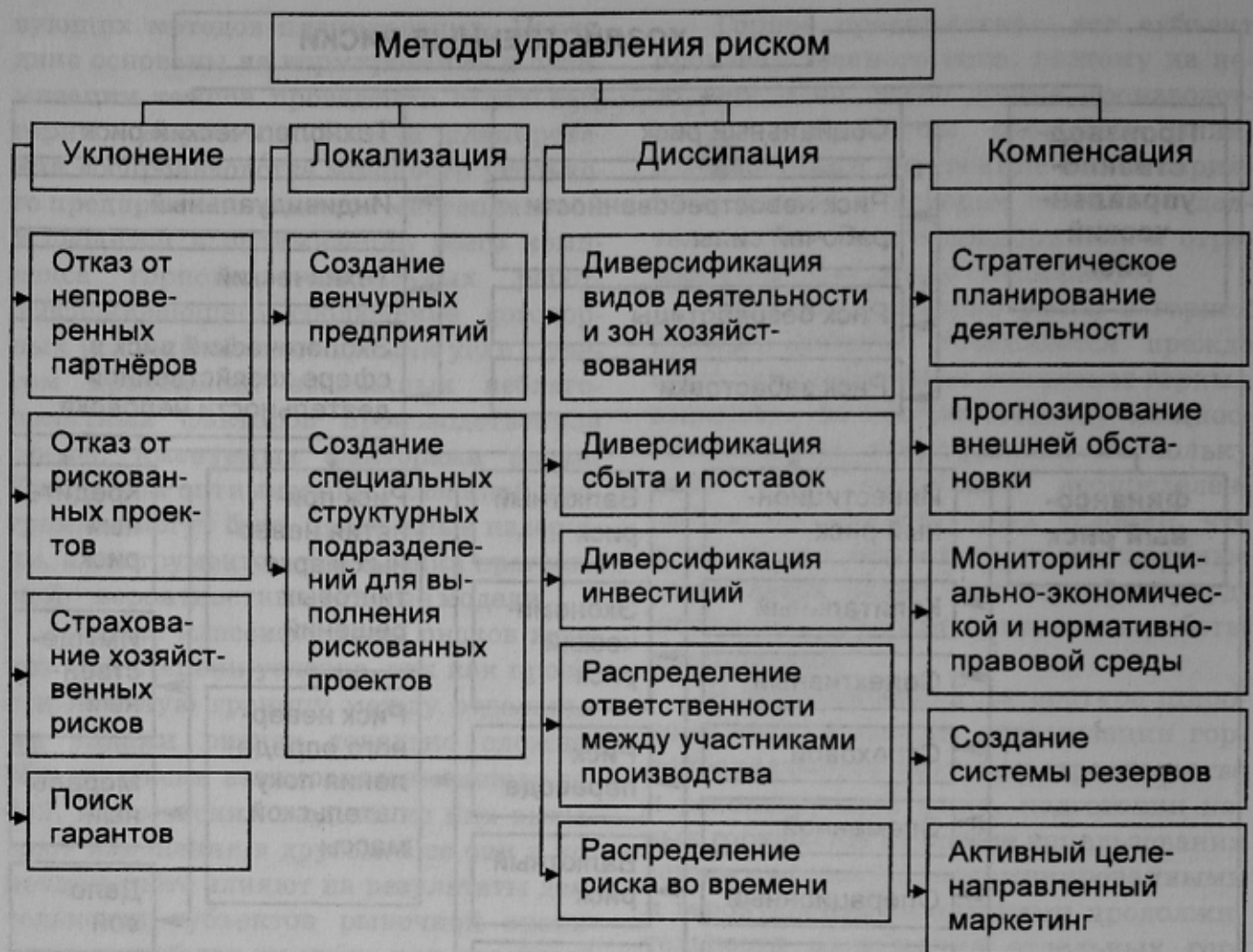


Рис. 2. Классификация методов управления риском

способ учета влияния параллельно проводимых выработок на сроки выполнения работ критического пути; определение сметы затрат на сооружение горных выработок с учетом факторов риска; установление закона плотности распределения темпов проведения горных выработок и др. Сказанное, однако, вовсе не означает, что с помощью методов сетевого планирования невозможно определить сроки реализации производственных программ горнодобывающих предприятий с заданным уровнем надежности. В общем случае процесс протекания во времени воспроизводства производственной мощности может быть описан выражением:

$$F(t) = \sum_{T=1}^T f(t) + z_p \sigma(t), \quad (1)$$

где $F(t)$ – продолжительность реализации программы во времени;

$f(t)$ – детерминированная составляющая продолжительности реализации программы (случайная составляющая);

Z_p – коэффициент нормированного отклонения, значение которого определяется уровнем доверительной вероятности;

$\sigma(t)$ – среднеквадратичное отклонение искомой величины.

В задачу разработки программы входит количественное определение детерминированной составляющей на основе имеющихся нормативных параметров, а в задачу нахождения случайной величины – количественное определение влияния факторов риска. В простейшем случае мы имеем для определения детер-

минированной составляющей уравнение:

$$T = k_{opr.t} \left[\sum_{i=1}^{m_1} \frac{L_i}{V_{0i}} + \sum_{j=1}^{m_2} t_j \right], \quad (2)$$

где T – время реализации детерминированной составляющей программы производства производственной мощности предприятия, мес.;

m_1 – количество выработок, лежащих на критическом пути сетевой модели программы;

m_2 – количество работ сетевой модели, параметры которых планируются непосредственно в единицах времени [2];

L_i – длина i -й выработки, м;

V_{0i} – оптимальная скорость, определяемая по критерию минимальной себестоимости, м/мес.;

T_j – время выполнения j -й работы, мес.;

$K_{opr.t}$ – коэффициент, учитывающий напряженность сетевой модели и количество параллельно выполняемых работ во время t .

При помощи коэффициента $K_{opr.t}$ параллельная сеть, составляющая из нескольких путей, преобразуется в один эквивалентный путь по известному алгоритму [3].

Случайная составляющая представляет собой резерв времени, гарантирующий выполнение программы в заданный срок. Это своего рода страховой запас. Его величина определяется значением среднеквадратического отклонения и уровнем доверительной вероятности.

Сложность расчета случайной составляющей кроется в невозможности точного вывода формул для расчета как вероятности выполнения программы в заданный срок, так и среднеквадратич-

ного отклонения планируемой величины. Для этого требуется, прежде всего, выявление законов распределения продолжительности выполнения входящих в программу работ. Последняя зависит от множества горногеологических, технических и организационных факторов (геологических нарушений, мощности пласта, основных производственных фондов, организации ремонтных работ, укомплектованность штата, коэффициент параллельности производственных процессов, коэффициент ритмичности и др.).

На основе детального статистического анализа сооружения 200 горных выработок шахт Донбасса, проведенного эмпирико-экспериментальным путем, установлено, что в качестве типового закона распределения скорости проведения горной выработки, как случайной величины, может быть использовано бета-распределение, описываемое формулой:

$$P(t) = \frac{20}{(b-a)^5} (t-a) \cdot (b-t)^3, \quad (3)$$

при $t \geq a$; $t \leq b$

где $P(t)$ – плотность распределения времени выполнения работ в заданном интервале;

a, b – диапазон времени выполнения работы: a – минимальное, b – максимальное время;

t – случайное значение продолжительности выполнения работы в заданном интервале.

Среднеквадратическое отклонение определяется по формуле:

$$\sigma(t) = 0,03(b-a), \quad (4)$$

а вероятность выполнения программы в планируемый срок ($T_{пл.}$).

$$B(T_{ож.} < T_{пл.}) = \frac{1}{(b-a)^5} [4(b-T_{пл.})^5 + (b-a)^5 - 5(b-a)(b-T_{пл.})^4], \quad (5)$$

$$ПЗ_t = \frac{[\sum 3(\bar{V} + \Delta V)_t - \sum 3(\bar{V})_t] \cdot \alpha_t}{\Delta \bar{V}_t}, \quad (6)$$

где $T_{ож.}$, $T_{пл.}$ – ожидаемый и плановый сроки выполнения программы работ, мес.;

$ПЗ_t$ – предельные затраты на сооружение 1 м горной выработки в периоде t ;

$\sum 3(\bar{V} + \Delta V)_t$, $\sum 3(\bar{V})_t$ – общие затраты на сооружение и поддержание в нормальном режиме в период эксплуатации комплекса горных выработок в соответствующем периоде времени, м/мес.;

\bar{V} – средние темпы сооружения горных выработок в соответствующем периоде времени, м/мес.;

$\Delta \bar{V}_t$ – средний прирост средних темпов проведения горных выработок в периоде t , м/мес.;

α_t – коэффициент, учитывающий проявление факторов риска.

Рассмотрим часть сетевого графика, изображённого на рис. 3. На этом рисунке буквой A обозначен критический путь, буквой B – некритический. Най-

дём вероятность того, что проект будет выполнен вовремя, учитывая работы критического пути A и параллельного ему пути B .

Решение

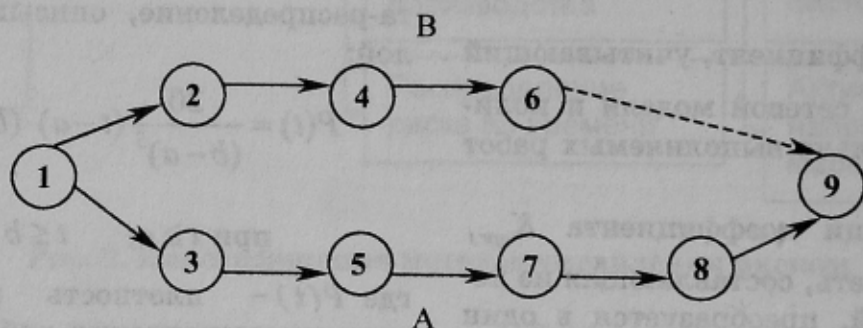


Рис. 3. Часть сетевой модели 1

Пусть C – событие, заключающееся в том, что проект будет выполнен вовремя;

A – событие, заключающееся в том, что работы критического пути будут выполнены вовремя;

B – событие, заключающееся в том, что работы некритического пути будут выполнены вовремя.

Пусть $P(C)$, $P(A)$, $P(B)$ – вероятности соответствующих событий. Осуществление события C заключается в совместном выполнении событий A и B . Согласно теории вероятностей, мы имеем дело с произведением двух событий: A и B , то есть можно записать

$$C = A \cdot B \quad (7)$$

Так как работы путей A и B ведутся параллельно, то событие A практически не зависит от события B и наоборот. Из теории вероятностей известно, что вероятность наступления двух независимых событий равна произведению вероятностей этих событий, т.е.

$$P(C) = P(A) \cdot P(B). \quad (8)$$

Вероятность события A вычисляется по формуле, приведенной в источнике [1], т.е. определяется вероятность того, что работы критического пути будут выполнены вовремя:

$$P(A) = \Phi \left[\frac{T_{пл.} - \bar{T}}{\sigma(\bar{T})} \right], \quad (9)$$

где Φ – функция Лапласа;

$T_{пл.}$ – плановый срок выполнения работ критического пути;

\bar{T} – средний срок выполнения работ критического пути, определяемый по рассчитанным темпам проведения горных выработок, по принятой организации труда и т.д., рассчитывается из выражения:

$$\bar{T} = T_{нр} + \sum \bar{T}_{ij}, \quad (10)$$

где $T_{нр}$ – момент начала работ;

\bar{t}_{ij} – среднее время выполнения работ критического пути, определяется из выражения:

$$\bar{t}_{ij} = \frac{l_i}{v_i}, \quad (11)$$

где l_i – длина выработки;

v_i – средняя скорость проходки.

$$\sigma(\bar{T}) = \sqrt{\sigma^2(t_1) + \sigma^2(t_2) + \dots + \sigma^2(t_i)}, \quad (12)$$

где

$$\sigma^2(t_i) = 0,003 \times \left(\frac{l_i}{v_n} - \frac{l_i}{v_o} \right)^2, \quad (13)$$

где v_n – минимально возможная скорость проведения выработки (пессимистическая точка зрения);

v_o – максимально возможная скорость проходки (оптимистическая точка зрения).

Значения v_n , v_o определяются по полученным в работе регрессионным зависимостям стоимости проведения 1 м³ выработки в свету от темпов её проведения.

Таким образом основа дальнейшего решения задачи – определить вероятность $P(B)$.

Так как путь B – некритический, то у него имеется некоторый резерв времени R .

Для этого рассмотрим физический смысл выражения (8) на рис. 4. Из приведенного рис. 4 видно, что вероятность выполнения работ любого пути, в том числе и некритического, равна площади фигуры, заштрихованной левее точки $T_{пл.}$ – заданного срока выполнения горнопроходческих работ.

Предположим, что работы критического пути B по каким-то признакам не были выполнены в срок $T_{пл.}$. Но у нас имеется ещё резерв времени R (расстояние между $T_{пл.}$ и $T'_{пл.}$), в течение которого можно закончить эти работы. Таким образом, заданный срок реализации плана горнопроходческих работ мы как бы передвигаем на величину R и получаем новый плановый срок $T'_{пл.}$, отсюда имеем, как видно на рис. 4:

$$T'_{пл.} = T_{пл.} + R. \quad (14)$$

Вероятность того, что работы будут выполнены в новый срок $T'_{пл.}$, равна площади фигуры, находящейся левее этой точки. Отсюда следует, что для подсчёта вероятности справедлива формула (3)

$$P(A) = \Phi \left[\frac{T'_{пл.} - \bar{T}}{\sigma(\bar{T})} \right]. \quad (15)$$

Подставив выражение (14) в выражение (15) получим конечное решение поставленной задачи:

$$P(A) = \Phi \left[\frac{T_{пл.} + R - \bar{T}}{\sigma(\bar{T})} \right]. \quad (16)$$

Следующим этапом является определение вероятности выполнения всех этапов реализации горнопроходческих работ в заданный срок. Для этого воспользуемся линейными графиками, по которым сразу получим количество путей и их характеристику.

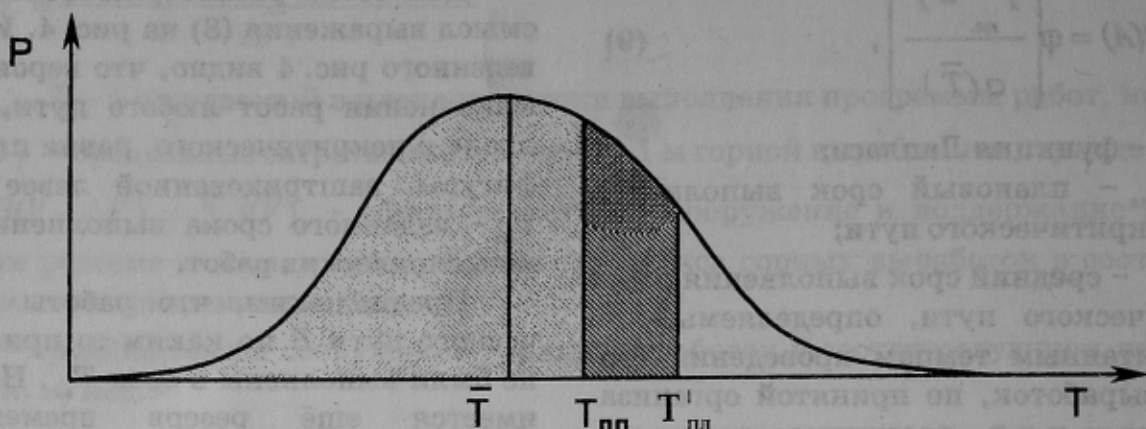


Рис. 4. Нормальное распределение вероятности

Пусть имеется на сетевом (линейном) графике n критических путей и k – некритических. Введём следующие обозначения: A_i – работы критического пути, B_i – работы некритического пути. Тогда вероятность того, что все работы проекта будут выполнены в заданный срок, равна:

$$P(C) = \prod_{i=1}^n P(A_i) - \prod_{i=1}^k P(B_i). \quad (17)$$

Причём вероятность $P(A_i)$ и $P(B_i)$ может определяться по выражениям (3) и (10). Поэтому решение дальнейшей части задачи сводится к рассмотрению случая, когда работы некритического пути параллельны части работ критического пути. В таком случае возможны несколько вариантов. Рассмотрим рис. 5, на котором изображён путь B параллельный части работ некритического пути A , это работы 1, 3 и 3, 5.

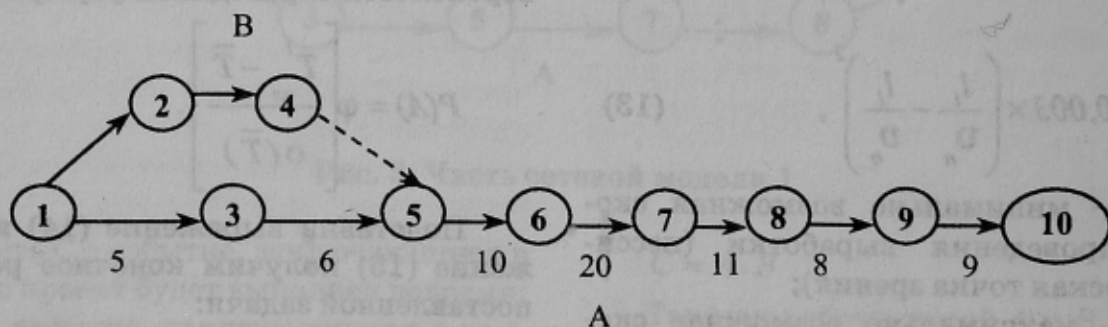


Рис. 5. Часть сетевой модели 2

Таким образом можно утверждать, что вероятность выполнения работ пути B окажет очень малое влияние на выполнение всех горнопроходческих работ в целом по предприятию $P(C)$ и, практически, для расчёта вероятности путь B можно не учитывать. А если посмотреть на рис. 6, то очевидно, что вероятность $P(B)$ оказывает серьёзное влияние на

конечную вероятность выполнения плана горнопроходческих работ, поэтому такой путь необходимо обязательно учесть при расчёте надёжности выполнения плана.

Для схемы, изображённой на рис. 6, мы не можем сразу утверждать, оказывает ли путь B существенное влияние на конечное время реализации плана гор-

нопроходческих работ или им при расчёте срока сооружения комплекса горнопроходческих работ можно пренебречь. В этом случае необходимо выполнить

количественную оценку его влияния, которая позволит вычислять вероятности выполнения работ.

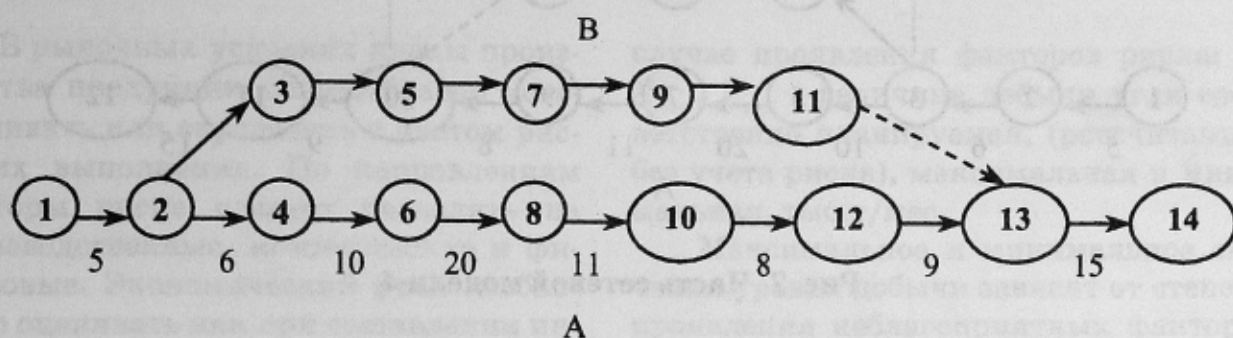


Рис. 6. Часть сетевой модели 3

При этом вероятность можно определить несколькими способами:

На основе экономико-математических методов на основе теории вероятностей, но это было бы слишком сложно и не имело бы смысла для практики ведения горнопроходческих работ, ведь вероятность, вычисленная по формуле (3), весьма приближенная величина. Действительно величины \bar{T} и $\sigma(T)$ имеют приближённое значение, то и сама вероятность выполнения работ распределена не строго по рациональному закону. Поэтому расчёт целесообразно проводить приближённым способом.

Смысл этого способа заключается в следующем: из рис. 5, 6, 7 и комментариев к ним можно сделать вывод: чем большему времени выполнения работ критического пути параллельных работ не критического пути, тем большее влияние оказывают параллельные работы на конечную вероятность выполнения события. Так, на рис. 5 работы пути В параллельны 11 месяцам работ критического пути; на рис. 6 параллельны 64 месяцам; на рис. 7 – 49 месяцам.

Определим количественную оценку влияния на конечную вероятность выполнения плана горнопроходческих работ по формуле:

$$k = \frac{T}{T_{на}}, \quad (18)$$

где T – время, за которое выполняется часть работ критического пути.

Например, по формуле (18) определим коэффициент вероятности для части пути А параллельного пути В (рис. 7)

$$k = \frac{49}{84} = 0,58.$$

То есть этот этап сетевой модели оказывает влияние на конечную вероятность на 58%.

Если бы путь В (рис. 7) был бы параллелен всему критическому пути А, то вероятность выполнения работ изменилась бы на величину:

$$r = \frac{P(A) - P(C)}{P(A)}. \quad (19)$$

Так как путь В параллелен всему критическому пути А, то $k = 1$. Так можно утверждать, что путь В изменяет конечную вероятность на величину r . Логично предположить, что при $k \neq 1$ путь В изменяет конечную величину вероятности выполнения плана горнопроходческих работ на $P(C)$ на величину $r \times k$; следовательно можно записать равенство:

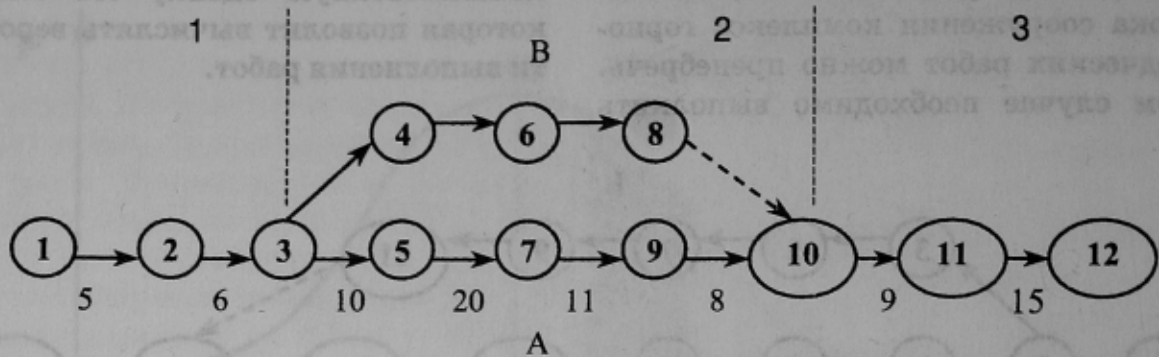


Рис. 7. Часть сетевой модели 4

$$r \times k = \frac{P(A) - P^l(C)}{P(A)}, \quad (20)$$

где $P^l(C)$ – вероятность выполнения работ при условии, что путь B параллелен части работ пути A .

Решим систему уравнений (19) и (20):

$$\begin{cases} r = \frac{P(A) - P(C)}{P(A)} \\ r \times k = \frac{P(A) - P^l(C)}{P(A)} \end{cases} \Rightarrow \frac{P(A) - P(C)}{P(A)} \times k = \frac{P(A) - P^l(C)}{P(A)} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P(A) \times k - P(C) \times k = P(A) - P^l(C) \Rightarrow \quad (21)$$

$$P^l(C) = P(A) - [P(A) - P(C)] \times k.$$

Задача решена. Конечная вероятность для всего сетевого графика определяется из выражения (17).

Таким образом, на основе представленной методики можно рассчитать вероятность выполнения работ для всего сетевого графика в заданный срок.

Список литературы

1. Иванов Н.И., Евдокимов Ф.И. Стоимость и сроки строительства шахт. - Москва, Недра, 1968. - 214 с.

2. Евдокимов Ф.И., Зборщик М.П., Кучер А.Т. Воспроизводство мощности угольных шахт. - Киев, Техника, 1987. - 149 с.

3. Голенко Д.И. Статистические методы сетевого планирования и управления. - М.: Наука, 1968. - 400 с.

4. Голубков Е.П. Маркетинговые исследования. - Москва.: Финпресс, 2000, стр. 250.