



РАНХиГС

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА
И ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ
ПРИ ПРЕЗИДЕНТЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ЗАПАДНЫЙ ФИЛИАЛ

Глава 4

Управление реализацией проекта

УЛЬЯНКИН ПЕТР НИКОЛАЕВИЧ

к. э. н., доцент

***Факультет управления,
экономики и сервиса***

4.1. Методы анализа риска и неопределенности

Назначение анализа риска — дать потенциальным партнерам необходимые данные для принятия решений о целесообразности участия в проекте и выработки мер по защите от возможных финансовых потерь.

Анализ риска должен выполняться всеми участниками проекта:

- заказчик использует результаты анализа для планирования всех элементов проекта: пожалуй, это наиболее заинтересованный участник проекта;
- подрядчик стремится ограничить число и "цену" факторов риска, за которые он должен нести ответственность. Кроме того, результаты анализа помогут ему сформировать более реалистичный— следовательно, потенциально безубыточный план своих действий в рамках проекта;
- банк использует результаты анализа для определения, в частности, условий кредитования проекта;
- страховая компания сформирует обоснованные условия имущественного или иного страхования участников проекта.

Анализ рисков можно подразделить на два взаимно дополняющих друг друга вида: **качественный и количественный**.

Качественный анализ имеет целью определить (идентифицировать) факторы, области и виды рисков.

Количественный анализ риска должен дать возможность численно определить размеры отдельных рисков и риска проекта в целом.

Для анализа риска используют **метод аналогий и статистический метод**.

Метод аналогий предполагает использование данных по другим, ранее выполненным проектам.

Статистический метод первоначально использовался в системе ПЕРТ ("PERT") для определения ожидаемой продолжительности каждой работы и проекта в целом.

В последнее время стал популярен метод статистических испытаний (метод "Монте-Карло"). К числу достоинств этого метода следует отнести возможность анализировать и оценивать различные "сценарии" реализации проекта.

Для учета факторов неопределенности и риска при оценке эффективности проекта используются методы:

Анализ чувствительности

Проверка устойчивости

Точка безубыточности

Корректировка параметров проекта

Формализованное описание неопределенности

Анализ сценариев

Метод Монте-Карло

Дерево решений

Анализ чувствительности призван дать точную оценку того, насколько сильно изменится эффективность проекта при определенном изменении одного из исходных параметров проекта. Чем сильнее эта зависимость, тем выше риск реализации проекта.

Анализ чувствительности проекта может применяться в двух случаях:

1. *Для определения факторов, в наибольшей степени оказывающих влияние на результаты проекта.* Решение подобной задачи имеет следующую последовательность:
 - определяются наиболее значимые факторы,
 - определяется их наиболее вероятное (базовое) значение,
 - рассчитывается показатель ЧДД при базовых значениях,
 - один из факторов изменяется в определенных пределах и рассчитывается ЧДД при каждом новом значении этого фактора,
 - предыдущий шаг повторяется для каждого фактора,
 - все необходимые расчеты сводятся в таблицу,
 - сравнивается чувствительность проекта к каждому фактору и определяются важнейшие из них.

Среди факторов, подлежащих рассмотрению, могут быть:

- продолжительность инвестиционной фазы,
- цена единицы продукции,
- объем продаж,
- плата за заемные средства,
- стоимость сырья, налоги и др.

В результате проведения расчетов определяются факторы, имеющие наибольшее влияние на ЧДД проекта. Знание таких факторов позволит во время принять дополнительные меры, уменьшающие вероятность наступления нежелательных событий.

Проверка устойчивости

Реализация этого метода предусматривает разработку так называемых, сценариев развития проекта в базовом и наиболее опасных вариантах для каких-либо участников проекта. По каждому сценарию исследуется, как будет действовать в соответствующих организационно-экономических условиях организационно-экономический механизм реализации проекта, каковы при этом будут доходы, потери и показатели эффективности у отдельных участников, государства и населения. Влияние факторов риска на норму дисконта не учитывается.

Проект считается устойчивым и эффективным, если во всех рассмотренных ситуациях интересы участников соблюдаются, а возможные неблагоприятные последствия устраняются за счет созданных запасов и резервов или возмещаются страховыми выплатами.

Степень устойчивости проекта по отношению к возможным изменениям условий реализации может быть охарактеризована показателями предельного уровня объемов производства, цен производимой продукции и других параметров проекта.

Предельное значение параметра проекта для некоторого 1-го года его реализации определяется как такое значение этого параметра в 1-ом году, при котором чистая прибыль участника в этом году становится нулевой.

Точка безубыточности

Характеризует объем продаж, при котором выручка от реализации продукции совпадает с издержками производства.

При определении этого показателя принимается, что издержки на производство продукции могут быть разделены на условно-постоянные (не изменяющиеся при изменении объема производства) издержки Z_c и условно-переменные, изменяющиеся прямо пропорционально объему производства Z_v (объем).

Точка безубыточности (О) определяется по формуле:

$$Q = Z_c / (Ц - Z_v),$$

где $Ц$ — цена единицы продукции.

Подточкой безубыточности понимают такое состояние, когда разность между всеми расходами и доходами равна 0, то есть совокупные текущие расходы (Р) равны совокупным доходам от реализации проекта (Д)".

$$Д = Р$$

Доходы от реализации проекта представляют собой доходы от продажи товаров (работ, услуг) и определяются произведением количества единиц продукции (К) на цену за единицу ($Ц$).

$$Д = К * Ц$$

Совокупные текущие расходы состоят из условно-постоянной и условно-переменной составляющих:

$$P = 3c + 3v \cdot K$$

где $3c$ — условно-постоянные (фиксированные) издержки,
 $3v$ — условно-переменные издержки на единицу продукции

Условно-постоянные издержки — это издержки, которые не зависят от изменения объема выпуска продукции. К ним относятся амортизация здания, производственного оборудования, содержания транспорта, проценты на капитал, заработная плата управленческого персонала, аренда установок и помещения, страхование, коммунальные услуги и др.

Условно-переменными издержками называются издержки, которые изменяются в зависимости от объема выпуска продукции. К ним относятся: сырье, материалы, заработная плата производственных рабочих, топливо, торговые издержки, налоги и др.

Тогда равенство $D=P$ можно записать в виде:

$$Ц \cdot K = 3c + 3v \cdot K$$

Количество единиц реализованной продукции, необходимое для достижения точки безубыточности, будет равно

$$Q = 3c / (Ц - 3v)$$

Для подтверждения работоспособности проектируемого производства (на данном шаге расчета) необходимо, чтобы значение точки безубыточности было меньше значений номинальных объемов производства и продаж (на этом шаге). Чем дальше от них значение точки безубыточности (в процентном отношении), тем устойчивее проект. Графическое представление точки безубыточности приведено на рис. 4.2.1.

тыс. долл.

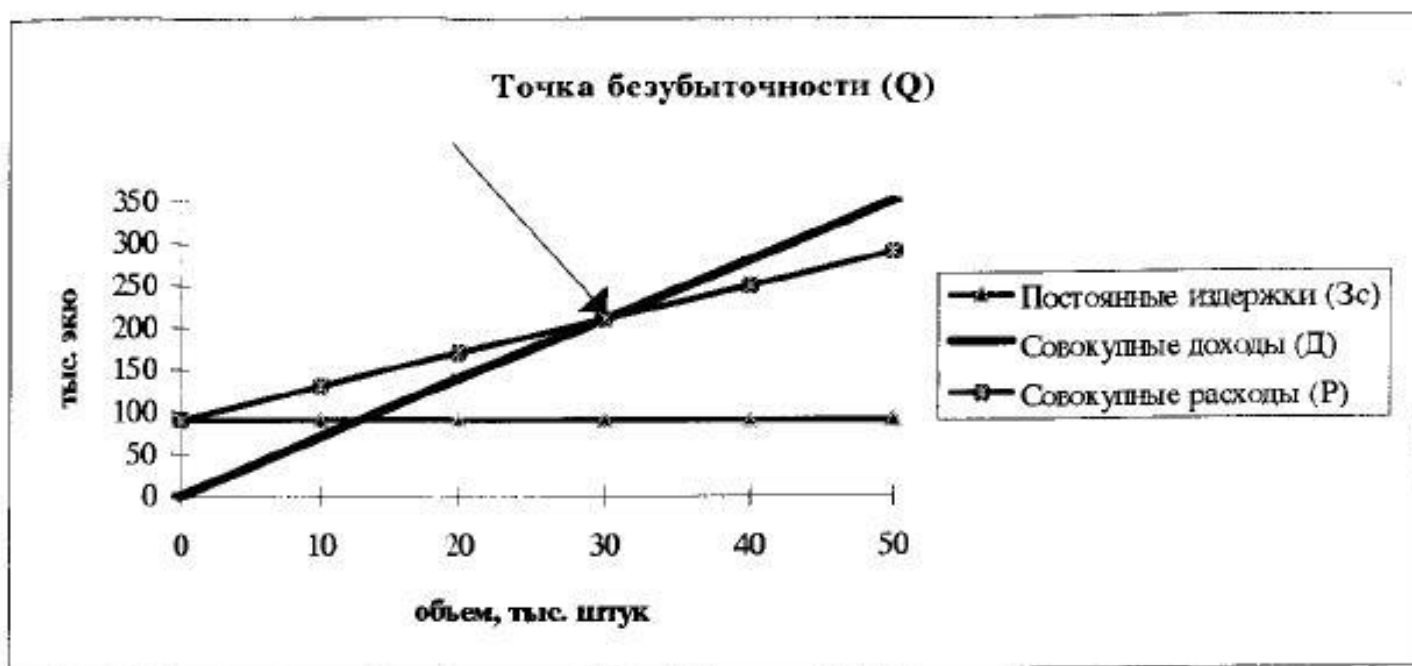


Рис. 4.2.1. Графическое представление точки безубыточности

Корректировка параметров проекта

Возможная неопределенность условий реализации проекта может учитываться также путем корректировки параметров проекта и применяемых в расчете экономических нормативов, замены их проектных значений на ожидаемые.

В этих целях:

- сроки строительства и выполнения других работ увеличиваются на среднюю величину возможных задержек;
- учитывается среднее увеличение стоимости строительства, обусловленное ошибками проектной организации, пересмотром проектных решений в ходе строительства и непредвиденными расходами;
- учитываются запаздывание платежей, неритмичность поставок сырья и материалов, внеплановые отказы оборудования, допускаемые персоналом нарушения технологии, уплачиваемые и получаемые штрафы и иные санкции за нарушения договорных обязательств;
- в случае, если проектом не предусмотрено страхование участника от определенного вида инвестиционного риска, в состав его затрат включаются ожидаемые потери от этого риска.
- аналогично, в составе косвенных финансовых результатов учитывается влияние инвестиционных рисков на сторонние предприятия и население;
- увеличивается норма дисконта и требуемая ВНД.

Формализованное описание неопределенности

Наиболее точным (но и наиболее сложным с технической точки зрения) является метод формализованного описания неопределенности.

Применительно к видам неопределенности, наиболее часто встречающимся при оценке инвестиционных проектов, этот метод включает следующие этапы:

- описание всего множества возможных условий реализации проекта в форме соответствующих сценариев или моделей, учитывающих систему ограничений на значения основных технических, экономических и т.п. параметров проекта; затраты (включая возможные санкции и затраты, связанные со страхованием и резервированием), результатов и показателей эффективности;
- преобразование исходной информации о факторе неопределенности в информацию о вероятностях отдельных условий реализации и соответствующих показателях эффективности и/ об интервалах их изменения;
- определение показателей эффективности проекта в целом с учетом неопределенности условий его реализации — показателе ожидаемой эффективности.

Основными показателями, используемыми для сравнения различных инвестиционных проектов (вариантов проекта) и выбора лучшего из них, являются показатели ожидаемого интегрального эффекта ЭОЖ (экономического — на уровне народного хозяйства, коммерческого — на уровне отдельного участника).

Эти же показатели используются для обоснования рациональных размеров и форм резервирования и страхования.

Если вероятности различных условий реализации проекта известны, то ожидаемый интегральный эффект рассчитывается по формуле математического ожидания:

$$\text{Эож} = \sum \text{Э}_i * P_i, \text{ где}$$

Эож — ожидаемый интегральный эффект проекта;

Э_i — интегральный эффект при i -ом условии реализации; P_i — вероятность реализации этого условия.

Анализ сценариев

Наименее трудоемким методом формализованного описания неопределенности является **анализ возможных сценариев развития.**

Достоинством этого метода является то, что он позволяет оценить одновременное влияние нескольких параметров на конечные результаты проекта через вероятность наступления каждого сценария.

Дерево решений

Построение **дерева решений** обычно используется для анализа риска проектов, имеющих обозримое количество вариантов развития.

Аналитику проекта, осуществляющему построение дерева решений, необходимо иметь достаточно информации, чтобы представлять возможные сценарии развития проекта с учетом вероятности и времени их наступления.

Последовательность сбора данных для построения дерева решений следующая:

- определение состава и продолжительности фаз жизненного цикла проекта;
- определение ключевых событий, которые могут повлиять на дальнейшее развитие проекта;
- определение времени наступления ключевых событий;
- формулировка всех возможных решений, которые могут быть приняты в результате наступления каждого ключевого события;
- определение вероятности принятия каждого решения;
- определение стоимости каждого этапа осуществления проекта (стоимости работ между ключевыми событиями) в текущих ценах.

На основании полученных данных строится дерево решений. Его узлы представляют собой ключевые события, а стрелки, соединяющие узлы, — проводимые работы по реализации проекта. Кроме того,

приводится информация относительно времени, стоимости работ вероятности принятия того или иного решения.

В результате построения дерева решений определяется вероятность каждого сценария развития проекта, ЧДД по каждому сценарию, а также интегральный показатель ЧДД*. Положительная величина интегрального ЧДД указывает на приемлемую степень риска связанного с осуществлением проекта.

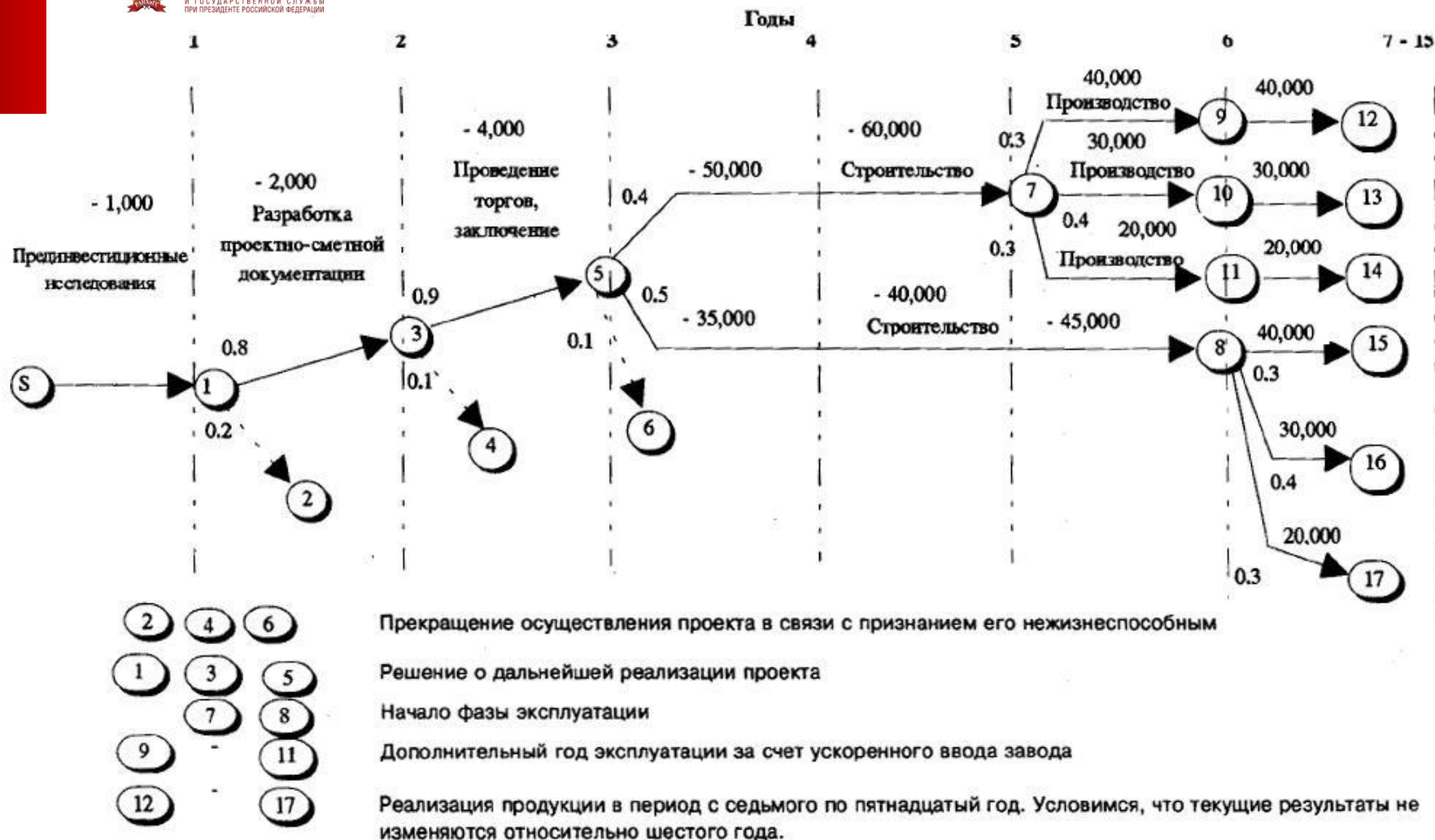


Рис. 4.2.2. Дерево решений

Годы	Путь S - 2	Путь S - 4 (Приведенные результаты)	Путь S - 6 (Приведенные результаты)	Путь S - 12 (Приведенные результаты)	Путь S - 13 (Приведенные результаты)	Путь S - 14 (Приведенные результаты)	Путь S - 15 (Приведенные результаты)	Путь S - 16 (Приведенные результаты)	Путь S - 17 (Приведенные результаты)
1	-909	-909	-909	-909	-909	-909	-909	-909	-909
2	0	-1653	-1653	-1653	-1653	-1653	-1653	-1653	-1653
3	0	0	-3005	-3005	-3005	-3005	-3005	-3005	-3005
4	0	0	0	-34151	-34151	-34151	-23905	-23905	-23905
5	0	0	0	-37255	-37255	-37255	-24837	-24837	-24837
6	0	0	0	22579	16934	11289	-25401	-25401	-25401
7	0	0	0	20526	15395	10263	20526	15395	10263
8	0	0	0	18660	13995	9330	18660	13995	9330
9	0	0	0	16964	12723	8482	16964	12723	8482
10	0	0	0	15422	11566	7711	15422	11566	7711
11	0	0	0	14020	10515	7010	14020	10515	7010
12	0	0	0	12745	9559	6373	12745	9559	6373
13	0	0	0	11587	8690	5793	11587	8690	5793
14	0	0	0	10533	7900	5267	10533	7900	5267
15	0	0	0	9576	7182	4788	9576	7182	4788
ЧДД по вариантам	-909	-2562	-5567	75639	37486	-667	50322	17814	-14695
Вероятность наступления сценария	0.20	0.08	0.07	0.09	0.12	0.09	0.11	0.14	0.11
ЧДД с учетом вероятности	-181.8182	-204.9587	-400.8415	6535.1677	4318.3397	-57.65818	5434.7608	2565.1686	-1587.008

Метод Монте-Карло

Основан на применении имитационных моделей, позволяющих создать множество сценариев, которые согласуются с заданными ограничениями на исходные переменные.

При этом в качестве **Эож** инвестиционного проекта рассматриваются: вероятностные величины показателей эффективности проекта — обычно — ЧДД,

Z_i — интегральный эффект (ЧДДО при i -ом прогоне созданной имитационной модели,

P_i — постоянная величина для каждого прогона, равная $1/p$, где p — общее число прогонов модели.

Переменные риска

Случайная величина	Пограничные значения		Вид распределения	Модель	Прогоны модели		
					1	2	и тд
Ц	750	1250	нормальное	Цена за единицу Ц (руб)	1,000		
				-0.8(коэффициент корреляции)		1,100	
V	8000	12000	нормальное	Объем продаж V (шт.)	10,000		
				Доход $D=C*V$ (руб)	10,000,000	9,500	10,450,000
M	1700	2400	дискретное	Материалы М (руб)	2,000,000		
				Зарплата З(руб)	3,000,000	1,900,000	
				Амортизация А(руб)	1,000,000	3,000,000	
				Накладные расходы N (руб)	1,500,000	1,000,000	
				Расходы $P=M+З+A+N$ (руб)	7,500,000	1,500,000	
Чистый дисконтированный доход ЧДД=Д-Р (руб)				2,500,000	7,400,000		
Анализ результатов					3,050,000		

Анализ результатов



Рис. 4.2.3. Статистическая модель анализа риска (метод Монте-Карло)

4.2. Методы снижения риска

- *Распределение риска*
- *Страхование*
- *Резервирование средств*
- *Частные риски*
- *Учет рисков в плане финансирования*

Распределение риска

Практически *распределение риска* реализуется в процессе подготовки плана проекта и контрактных документов. При этом следует помнить, что чем большую степень риска участники проекта собираются возложить на инвесторов, тем труднее будет их (инвесторов) найти. Поэтому участники проекта должны в процессе переговоров с инвестором проявлять максимальную гибкость относительно того, какую долю риска они согласны на себя принять.

Эта работа выполняется при создании финансового плана проекта и подготовке контрактных документов.

Страхование риска

Страхование риска есть, по существу, Страхование риска — передача определенных рисков страховой компании. Обычно это осуществляется с помощью имущественного страхования и страхования от несчастных случаев.

Имущественное страхование может иметь следующие формы:

- страхование риска подрядного строительства,
- страхование морских грузов,
- страхование оборудования, принадлежащего подрядчику.

Страхование от несчастных случаев включает:

- страхование общегражданской ответственности,
- страхование профессиональной ответственности.

Резервирование средств

Резервирование средств на покрытие непредвиденных расходов представляет собой способ борьбы с риском, предусматривающий установление соотношения между потенциальными рисками, влияющими на стоимость проекта, и размером расходов, необходимых для преодоления сбоев в выполнении проекта.

Первой и наиболее сложной проблемой здесь является оценка потенциальных последствий рисков — то есть сумм на покрытие непредвиденных расходов. Для ее решения можно использовать все вышеперечисленные методы анализа рисков.

Следующий шаг состоит в определении структуры резерва на покрытие непредвиденных расходов. При этом различают два подхода (рис. 4.3.1).

Затем определяют, для каких целей следует использовать установленный резерв.

Таковыми целями могут быть:

- выделение ассигнований для вновь выявленной работы по проекту;
- увеличение ассигнований на работу, для выполнения которой было выделено недостаточно средств;
- формирование варианта бюджета с учетом работ, для которых необходимые ассигнования еще не выделены;
- компенсация непредвиденных изменений трудозатрат, накладных расходов и т.п., возникающих в ходе работы над проектом.

После выполнения работы, для которой выделен резерв на покрытие непредвиденных расходов, нужно сравнить плановое и фактическое распределение непредвиденных расходов.

А.



Рис. 4.3.1. Определение структуры резерва на покрытие непредвиденных расходов

Б.



Рис. 4.3.1. Определение структуры резерва на покрытие непредвиденных расходов

Метод Частных рисков

Под частными понимают риски, связанные с реализацией отдельных этапов (работ) по проекту, но напрямую не влияющие на весь проект в целом.

Наиболее важные частные риски проекта и меры по их нейтрализации можно оценить с помощью метода, изложенного ниже. В то же время этот метод не позволяет непосредственно определить риск реализации всего проекта.

Данный метод основывается на проведенной на этапе идентификации экспертной оценке рисков, но предполагает наличие подробной информации о проекте (в т.ч. о графике осуществления, основных участниках, стоимости всех видов ресурсов для каждой работы и др.).

Приведем последовательность шагов при использовании метода:

1. Рассматривается риск, имеющий наибольшую важность для проекта.
2. Определяется перерасход средств с учетом вероятности наступления неблагоприятного события.
3. Определяется перечень возможных мер, направленных на уменьшение важности риска (уменьшение его вероятности или опасности).
4. Определяются дополнительные затраты на реализацию предложенных мер.
5. Сравниваются требуемые затраты на реализацию предложенных мер с возможным перерасходом средств вследствие наступления рискованного события.
6. Принимается решение о применении противорисковых мер.
7. Процесс анализа риска повторяется для следующего по важности риска.

Риски в плане финансирования

План финансирования проекта (см. 6.1), являющийся частью плана проекта, должен учитывать следующие виды рисков:

- риск нежизнеспособности проекта,
- налоговый риск,
- риск неуплаты задолженностей,
- риск незавершения строительства.

Рассмотрим суть этих рисков и некоторые способы их учета при разработке финансового плана.

Риск нежизнеспособности проекта

Налоговый риск

Риск неуплаты задолженностей

Риск незавершения строительства

Результатом работы аналитиков проекта является план — в том числе, финансовый, а также бюджет проекта, отражающий совокупность рисков проекта (рис. 4.3.2 и 4.3.3).

Ресурсы	Ед. Измерения	Расход ресурса к зг вершению этапа жизненного о				цикла проекта (нарастающим итогом)		
		Концепция проекта	тао	План проекта	Пся	Контракты	Строительство	Закрытие проекта
Денежные	тыс. экю	0.5	1.5	3	6	10	26	30
с учетом риска	тыс. экю	0.65	1.95	3.9	7.8	13	33.8	39
Временные	месяц	3	7	9	12	18	42	44
с учетом риска	месяц	4.5	10.5	13.5	18	27	63	66

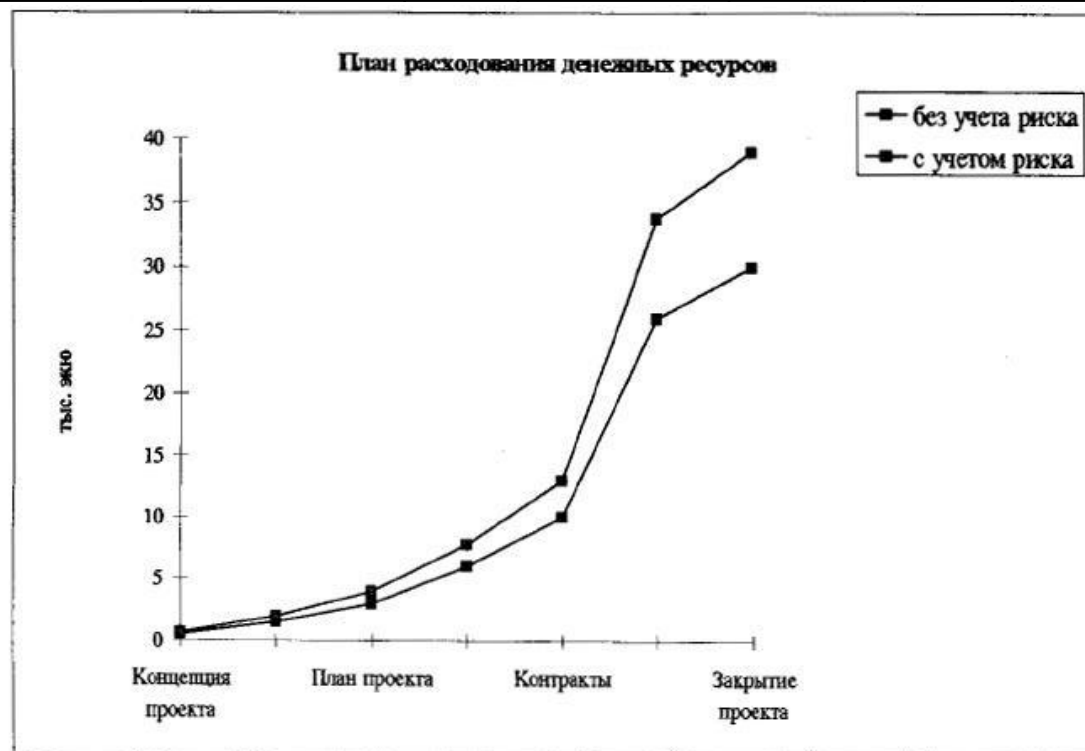


Рис. 4.3.2. План расходования денежных ресурсов

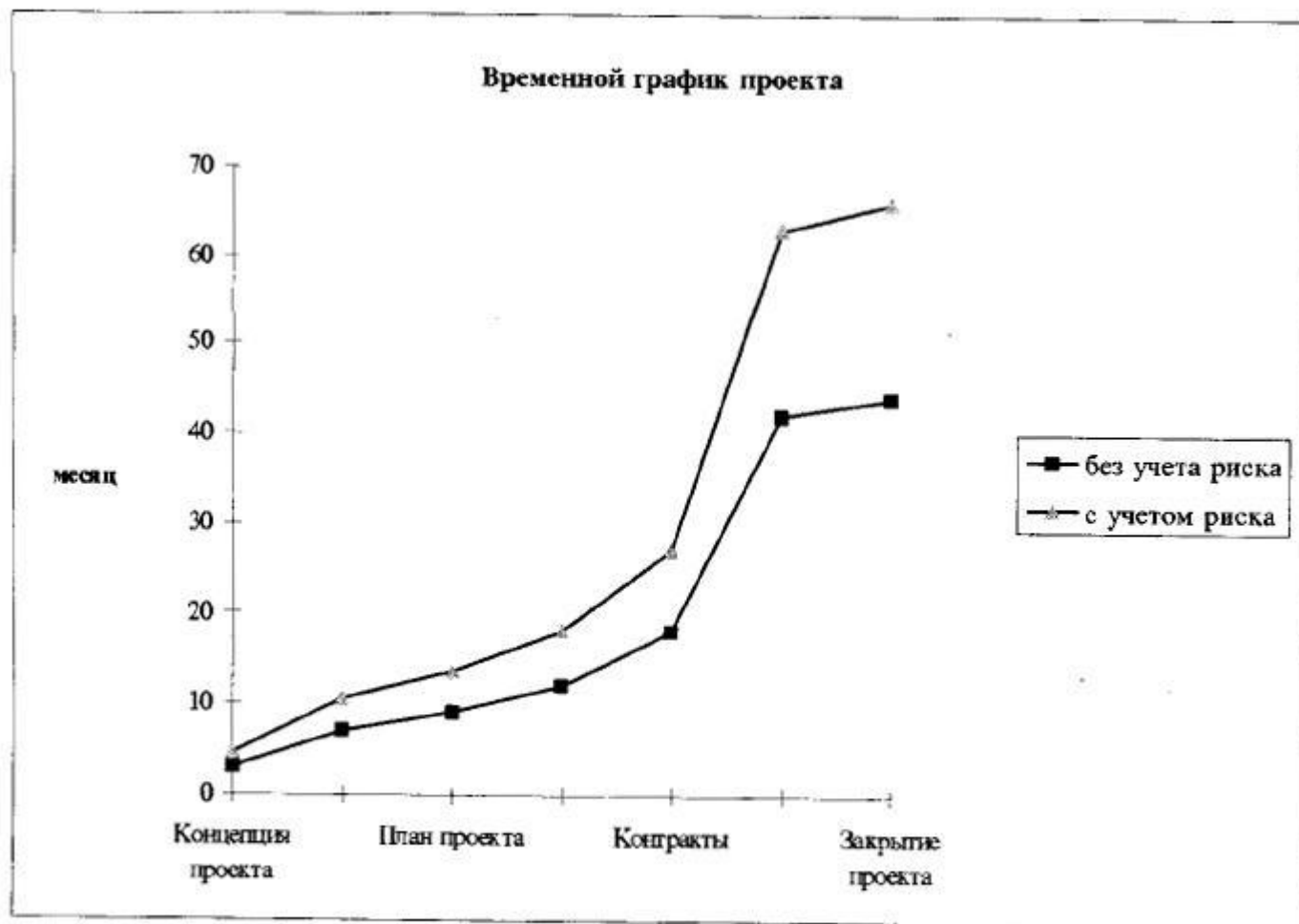


Рис. 4.3.3. Временной график проекта

Модель организации работ по управлению риском приведена на рис. 4.3.4.





Рис. 4.3.4. Модель управления риском

Резюме

Поскольку на практике неизбежны неполнота и неточность информации об условиях реализации проекта, а в результате возможно возникновение неблагоприятных ситуаций и последствий, необходимым компонентом работ по всему жизненному циклу проекта является анализ риска и неопределенности. Результаты анализа используются всеми участниками проекта — заказчиком (инвестором), проектными фирмами, подрядчиками, банком, страховыми компаниями.

Разработаны специальные методики и процедуры, позволяющие отобрать и проранжировать факторы риска, смоделировать процесс реализации проекта, оценить с определенной вероятностью последствия возникновения неблагоприятных ситуаций, подобрать методы снижения их воздействия, проследить за фактическими параметрами проекта в ходе его осуществления и, наконец, скорректировать их (параметры) в нужном направлении.

Совокупность этих методов принято называть управлением риском. Они являются полезным инструментом, с помощью которого анализ проектов становится глубже, а инвестиционные решения — эффективнее.

Процедуры, связанные с управлением риском, выполняются менеджером проекта или с его участием.

4.3. Сетевые модели

Сетевой моделью комплекса работ называется ориентированный граф, используемый для описания зависимостей между работами и этапами проекта.

Сетевые модели целесообразно использовать только для сложных проектов.

Существует три типа сетей:

- сети типа "вершины-работы";
- сети "вершины-события";
- смешанные сети.

Сети типа "вершины-работы"

В сетях типа "вершины-работы" элементы работы представлены в виде прямоугольников, связанных логическими зависимостями, которые следуют один за другим.

На рис. 5.2.1. приведен пример сетевой модели с четырьмя работами А, В, С и D. Работы В и С следуют за А, Д — за В и С.

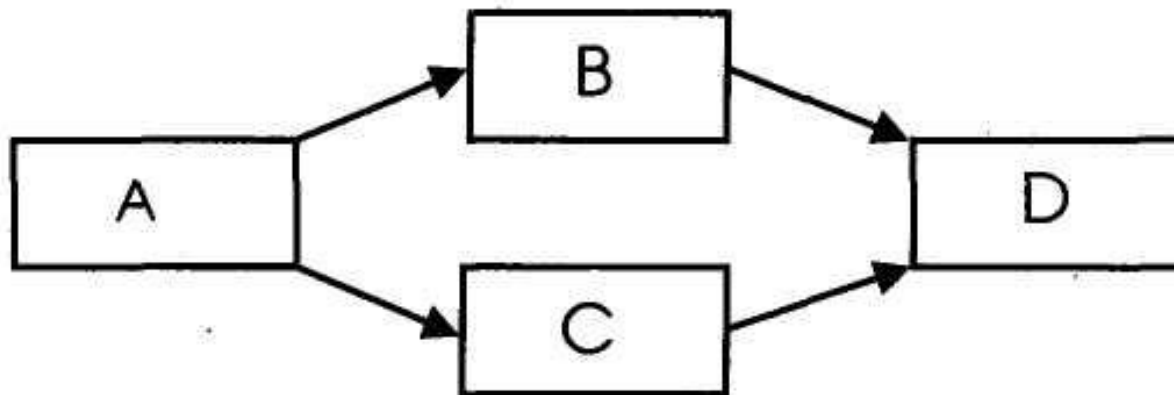


Рис. 5.2.1. Простая сеть типа "вершины-работы"

Существуют четыре типа логических взаимосвязей между работами (рис.5.2.2.):

- окончание-начало: В не может начаться, пока не закончится А;
- окончание-окончание: Д не может закончиться пока не закончится С;
- начало-начало: Д не может начаться пока не начнется С;
- начало-окончание: F не может закончиться пока не начнется E.

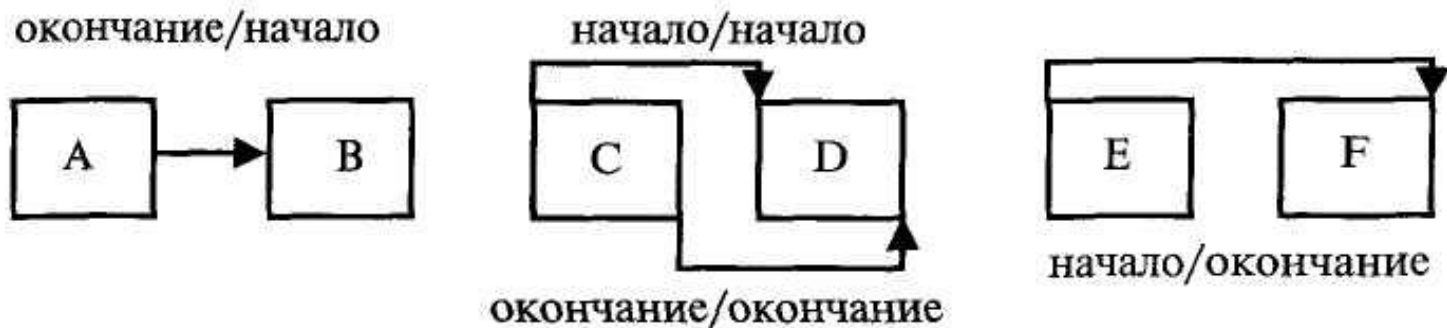


Рис. 5.2.2. Типы логических зависимостей

Зависимость типа окончание-начало встречается наиболее часто.

Зависимости типа окончание-окончание и начало-начало являются наиболее естественными и позволяют частично перекрывать отношения предшествования работ во времени.

Не принято строить схему типа "приставной лестницы" для таких работ, как С и Д. С этой целью используются зависимости типа окончание-окончание и начало-начало, которые позволяют быстро строить такие конструкции.

Взаимозависимости типа начало-окончание введены для математической полноты картины.

Сети типа "вершины-события"

Сети такого вида часто называются ИJ сетями, так как каждая работа определяется номером ИJ (начало/окончание). В сетях этого типа работа представляется стрелкой между двумя узлами и определяется номерами узлов, которые она связывает.

Рис. 5.2.3. — это рис. 5.2.1., выполненный в виде ИJ сети. Работа А стала работой 1-2.

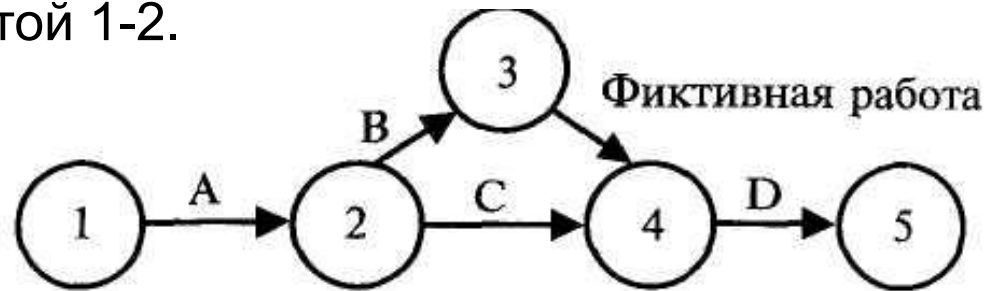


Рис. 5.2.3. Сеть типа "вершины-события"

Так как работы должны быть уникальны, то две работы В и С не могут связывать один и тот же узел. Таким образом В и С заканчивается в узлах 3 и 4 соответственно и эти узлы связываются фиктивной работой. Так как работы связаны через узлы, используется логическая зависимость вида окончание-начало. Возможно введение фиктивных работ для представления трех других логических связей.

Смешанные сети

Работа представляется в виде прямоугольника (узла) или линии (стрелки). Кроме того, существуют прямоугольники и линии, которые могут не представлять работу: одновременные события и логические зависимости.

Линии используются не для объединения прямоугольников по началам или окончаниям, а для отображения момента времени до, во время или после выполнения работы.

В последних модификациях смешанных сетей исчезает различие между узлами и линиями. Математический аппарат смешанных сетей — это принципиально новая область и в дальнейшем обсуждаться не будет.

Сравнение сетей типа "вершины-работы" и "вершины-события"

Сети типа "вершины-работы" приобретают все более широкое применение в управлении проектами по следующим причинам:

В таких сетях работа выглядит более естественной, так как ассоциируется с прямоугольником.

Более удобно изображать сети. Все прямоугольники могут быть нарисованы на листе, а затем расставлены логические зависимости между ними. Составление сети типа "вершины-работы" (по этапам, по блокам) можно осуществить, передвигая специальные карточки в различной последовательности.

Для сетей типа "вершины-события" этого сделать нельзя, так как работы определены двумя узлами, а это предполагает другую логику.

Написание прикладных программ для сетей типа "вершины- работы" является более простым делом. Большинство современных прикладных программ применимо только для таких сетей или для сетей обоих типов. Прикладные программы для обоих типов сетей имеют алгоритм преобразования от сетей типа "вершины- работы" к сетям IJ.

Работа существует независимо от логики и поэтому можно нарисовать структуру работ, а затем указать логические связи (при использовании сети IJ приходится рисовать сеть перед разработкой иерархической структуры работ проекта). Исходя из этого, сети типа "вершины- работы" были адаптированы к стандартам управления и поэтому будут рассмотрены более подробно.

Методы построения сетевых моделей

Список работ представлен на рис. 5.2.4.

Видно, что работа по заливке бетона дополнена задержкой по логической зависимости от В к Д.

Список работ Имя проекта: Возведение статуи			
Название работ N Имя	Продолжит, (дни)	Предшеств. работы	Задерж./ опережен.(дни)
A Выравнивание земли	3		0
B Заливка постамента	2	A	-2
C Посадка травы	3	A	0
D Установка статуи на помост	1	B,C	+2,0

Рис. 5.2.4. Список работ для проекта установки статуи

Изображение сетей

В сетях типа "вершины-работы" каждая работа представляется прямоугольником, поделенным на 7 частей (рис. 5.2.5.).

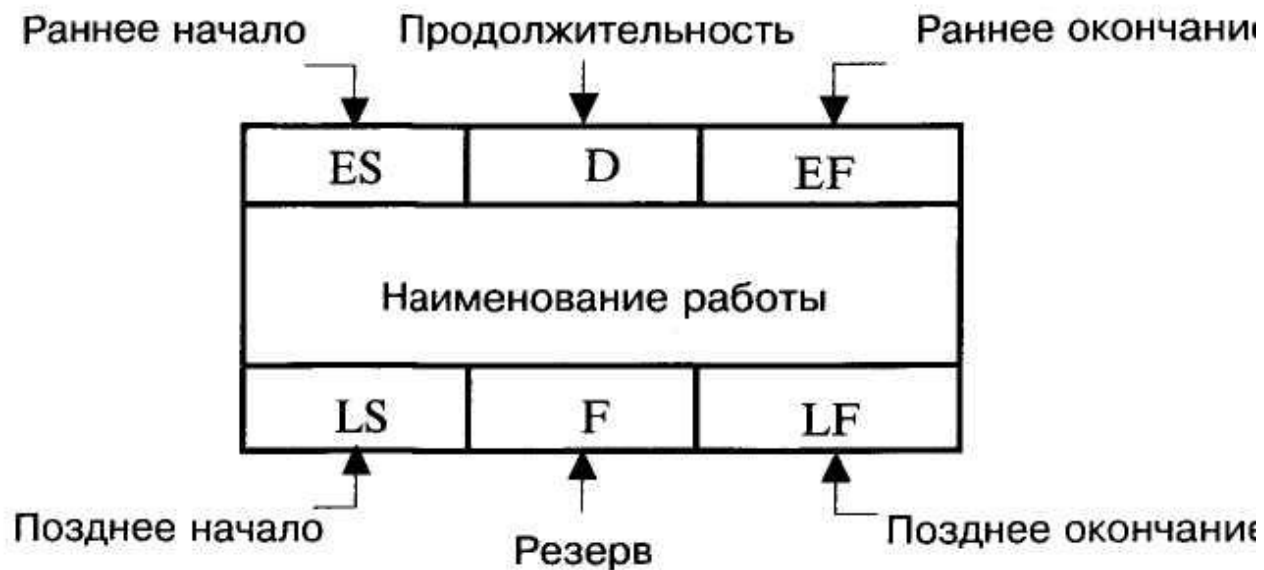


Рис. 5.2.5. Работа в предшествующей сети

В верхних сегментах этого прямоугольника приведены данные о раннем начале, продолжительности работы и ее раннем окончании. В нижних — позднее начало, резерв времени и позднее окончание. Средняя часть содержит описание работы. Таким образом, рис. 5.2.6. — это рис. 5.2.2. с заданными продолжительностями.

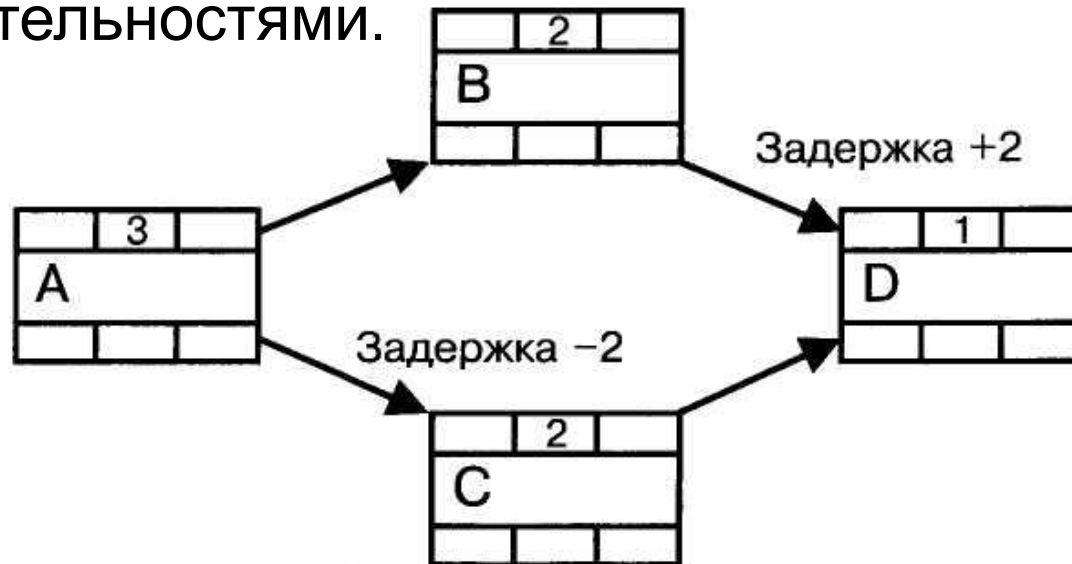


Рис. 5.2.6. Сеть типа “вершины-работы”: длительности заданы

В сетях типа "вершины-события" узел имеет 4 сегмента: идентификатор, значения ранних и поздних моментов времени и резерв времени. Время — это начало последующей работы и окончание предшествующей работы (рис. 5.2.7.).

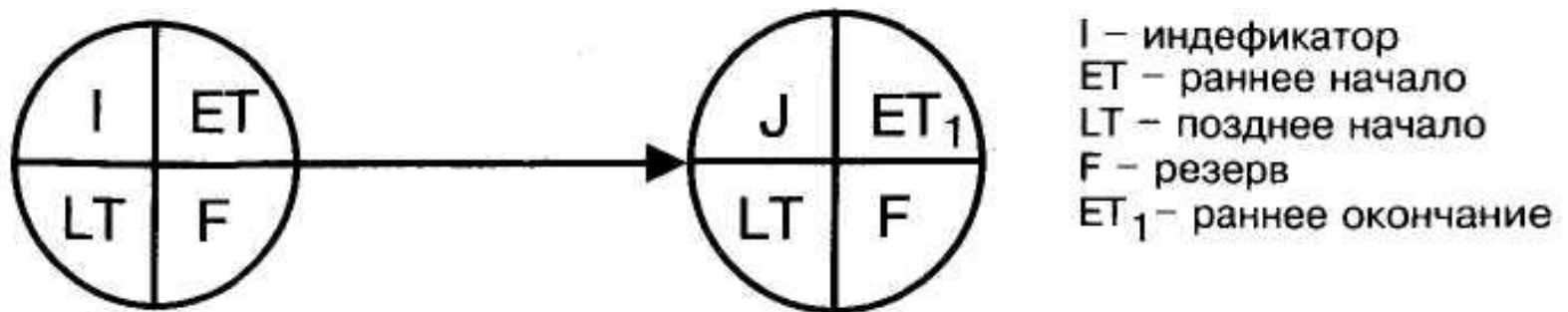


Рис. 5.2.7. Работа в IJ сети

Опережения и запаздывания

Зависимости, связывающие работы в сетях типа "вершины-работы", обычно имеют нулевую продолжительность. Однако они могут быть заданы положительной или отрицательной продолжительностью и это называется соответственно запаздывание или опережение.

На рис. 5.2.6. работа "заливка бетона" должна быть на 2 дня больше, чтобы бетон набрал необходимую прочность перед монтажом статуи.

Эти два дня можно или добавить к продолжительности работы В (станет равной 4 дням) или показать как запаздывание. Вместе с тем, посадку травы можно начать на второй день после того, как 1/3 местности будет подготовлена.

Расчет сетевой модели

Раннее начало и окончание вычисляются на этапе прямого прохода по сети. Раннее начало первой работы равно 0, раннее окончание вычисляется прибавлением значения продолжительности работы. Раннее окончание преобразуется в последующей работе в раннее начало прибавлением опережения или вычитанием запаздывания, предполагающих зависимость окончание-начало.

Для зависимости "начало" время начала преобразуется в начало, для зависимости "окончание" время окончания преобразуется в окончание, для зависимости "начало-окончание" время начала преобразуется в окончание. Если работа имеет две или более предшествующих работы, то преобразуется работа с наибольшим значением раннего окончания.

Процесс повторяется по всей сети.

На рис. 5.2.8. показан пример просчитанной сети после прямого прохода.

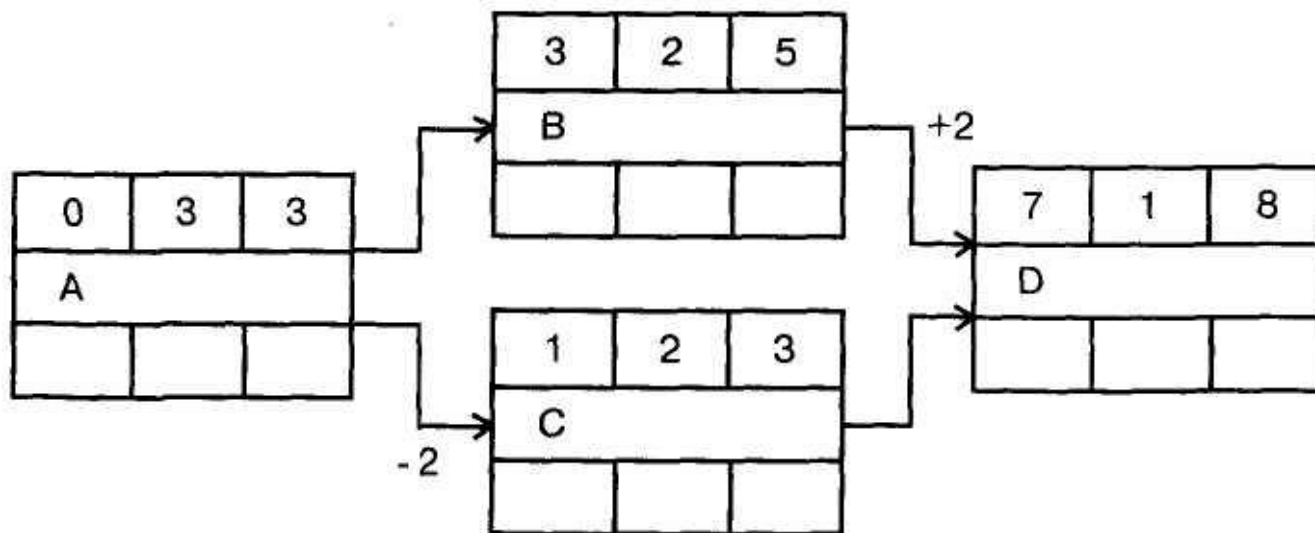


Рис. 5.2.8. Сеть после прямого прохода

Даты позднего начала, окончания и резерв времени вычисляются при выполнении обратного прохода. Раннее окончание последней работы принимается равным ее позднему окончанию. Путем вычитания продолжительности работы вычисляется позднее начало. Позднее начало преобразуется в позднее окончание предшествующей работы.

Преобразованная дата начала или окончания принимается в качестве нового времени начала или окончания в соответствии с типом зависимости. Когда работа имеет две или более предшествующие работы, выбирается работа с наименьшим значением времени начала (после добавления запаздывания и вычитания опережения). Процесс повторяется по всей сети. Резерв времени у первой и последней работы должен быть равен 0.

На рис. 5.2.9. показана сеть обратного прохода

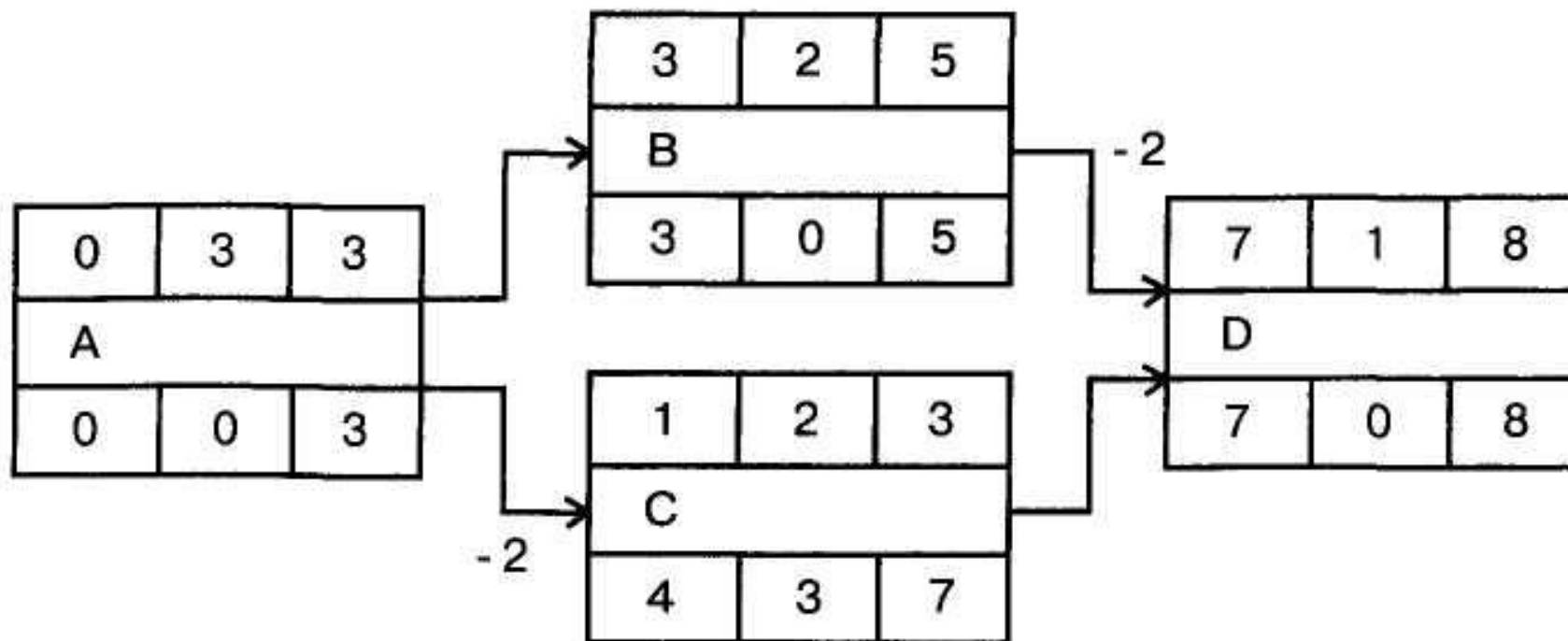


Рис. 5.2.9. Сеть после обратного прохода

Определение критического пути

Критический путь — это последовательность работ с нулевыми резервами времени. В данном примере это А-В-Д. Некоторые учебники предполагают определять критический путь не с помощью прямого или обратного прохода, а путем определения каждого возможного пути и нахождения среди них пути с наибольшей продолжительностью.

Это выполнимо для небольших сетей, но для большого числа работ решение задачи таким способом практически невозможно. Методы прямого или обратного прохода спроектированы для расчета сетей с неограниченным размером. Для больших проектов рекомендуется именно этот метод.

Сети типа "вершины-события". На рис. 5.2.10. показана сеть типа "вершины-события" после прямого и обратного прохода. Также можно рассчитывать сетевой график известными методами и в табличной форме (табл.1).

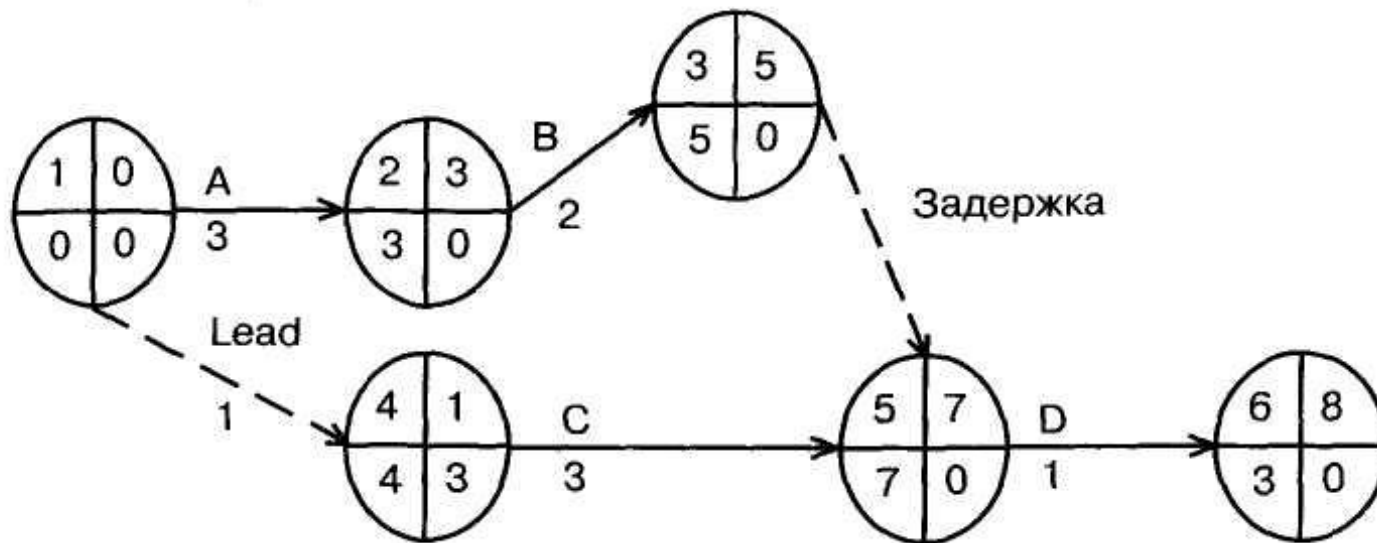


Таблица 1

Шифры работ в днях	Продолжи- тельность	Раннее		Позднее		Резерв
		начало	окончание	начало	окончание	
1-2	3	0	3	0	3	0
1-4	1	0	1	3	4	3
2-3	2	3	5	3	5	0
3-5	2	4	6	5	7	1
4-5	3	4	7	4	7	0
5-6	1	7	8	7	8	0

Рекомендации по использованию сетей. Сети являются математическим средством, которым можно пользоваться независимо от размера проекта. Их применение зависит от сложности внутренних зависимостей и распределения ресурсов, а также возможностей менеджера проанализировать ситуацию без помощи компьютера.

Как математическое средство они помогают менеджеру рассчитать календарный план и проанализировать влияние изменений (анализ ЧТО-ЕСЛИ). Однако для небольших проектов сети не следует использовать для отображения календарного плана. В этом случае следует использовать линейные диаграммы.

Построение комплексных (сводных) сетевых моделей (объединение сетевых блоков)

Когда подсети вычерчены для различных пакетов собственных работ, а также для договорных пакетов и определены организационно-технологические параметры реализации проекта, из них следует образовать сводный сетевой график проекта. Один из способов выполнения этой процедуры состоит в выявлении связующих событий.

На рис. 5.2.11.а) показано объединение двух подсетей по связующим (обозначенным двойной окружностью) событиям. Соединение достигается путем присвоения соответствующим событиям в подсетях одинакового номера и обозначения их символом связующего события.

При этом номера связующих событий будут повторяться в различных подсетях; однако это не вызывает путаницы, так как в обозначение события включается обозначение подсети.

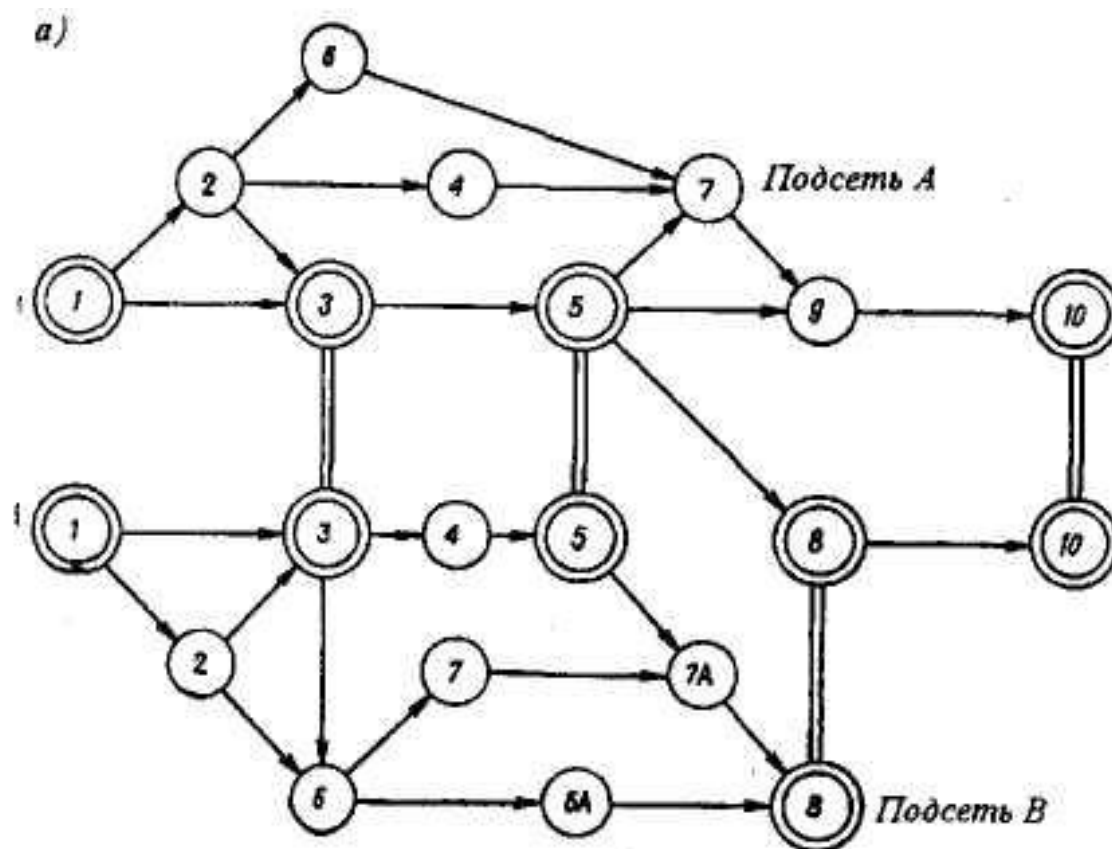


Рис. 5.2.11. Методы объединения сетей

Очевидно, что, хотя подсеть А (рис. 5.2.11.6) и рассматривается отдельно от подсети В, работа, выполняемая в подсеть В, может влиять на расписание подсети А. Наоборот, рабочее расписание подсети В может испытывать ограничения, налагаемые подсетью А через связующие события. Поскольку взаимозависимость двух подсетей налагает дополнительные ограничения на каждую подсеть, этот эффект следует учесть при анализе подсетей.

Простой, неделимый сетевой график проекта имеет один начальный срок и один рассчитываемый срок окончания. В случае сопряженных подсетей может быть несколько начальных и конечных сроков.

На рис. 5.2.11.а) каждая подсеть имеет свой срок начала; поэтому сетевой график в целом имеет более чем один начальный срок, но в данном случае сетевой график имеет единственный срок окончания. Начальные и конечные события, как и связующие, показаны двойными окружностями.

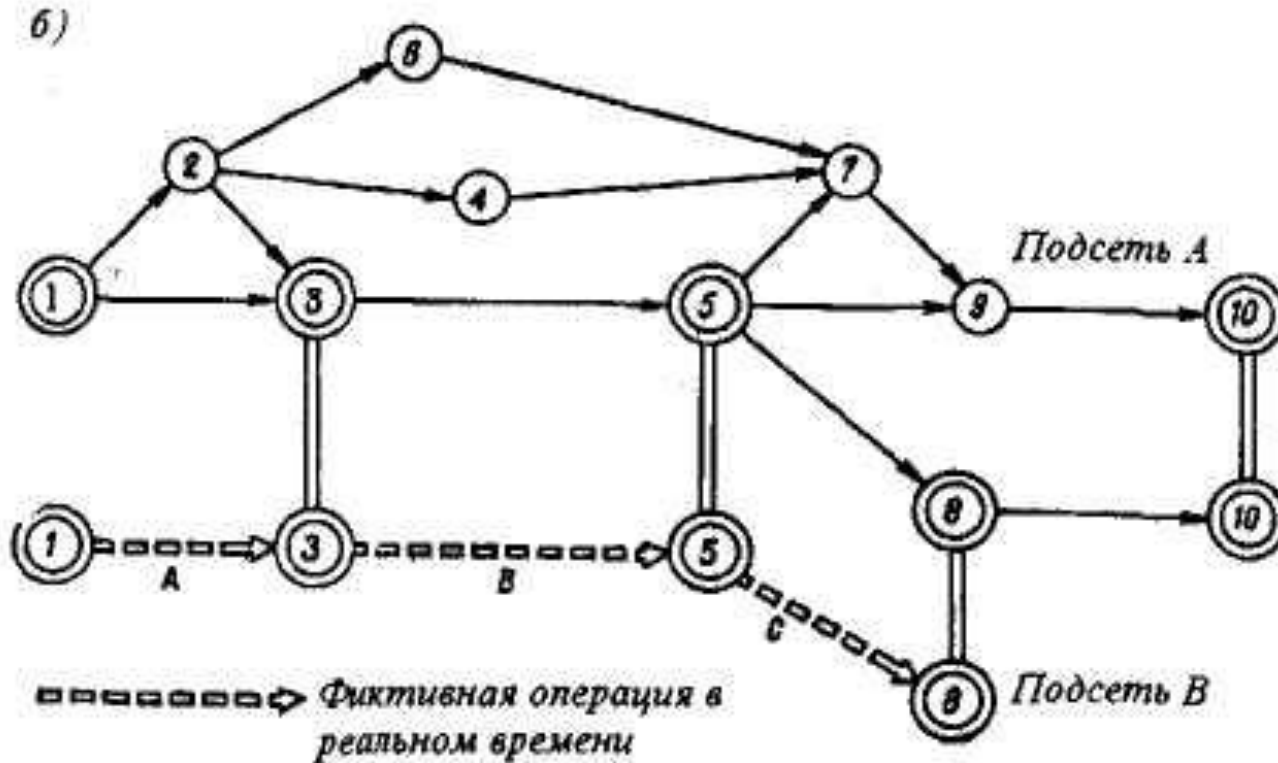


Рис. 5.2.11. Методы объединения сетей

Вместо подсети в основной сетевой график могут быть введены фиктивные операции в реальном времени. Такая операция представляет подсеть и ее влияние на основной сетевой график. На рис. 5.2.11.б) фиктивные операции А, В, С представляют действие подсети В, которую они замещают, на заданную подсеть А.

Фиктивные операции в реальном времени действуют как локальные ограничения либо для задержки связующего события до требуемого календарного срока, либо для обеспечения достижения определенных связующих событий в сроки, позволяющие закончить проект вовремя.

Использование подсетей полезно, когда в проекте участвуют несколько независимых подрядчиков. Если проект выполняется одним генеральным подрядчиком, ответственным за координацию работ нескольких субподрядчиков, то деление работы на подсети не является необходимым. Отдельные расписания для субподрядчиков могут быть составлены в этом случае путем выделения операций для каждого субподрядчика и введения соответствующей расцветки на операциях сетевого графика.

Укрупнение сетевых графиков необходимо производить с соблюдением следующих условий:

- фрагмент модели макета работ может быть заменен одной укрупненной работой, если его сеть имеет одно исходное и одно завершающее событие;
- нельзя выделить в сети укрупненной модели события, которых нет в детальных сетях;
- исходные и завершающие события в укрупненной модели должны иметь то же значение, что и в детальной;
- объединять в одну работу следует только такие группы работ, которые закреплены за одной организацией-исполнителем.

Сопряженные вычисления

После объединения подсетей проводятся соответствующие расчеты. При анализе сопряженных подсетей вычисления для них, состоящие из прямого и обратного проходов, должны выполняться совместно.

При достижении связующего узла в прямом проходе берется больший из двух ранних моментов события. Для обратного же прохода в этом случае берется меньший из двух поздних моментов события. Резерв можно рассчитывать обычным способом. Даты событий определяются вычислениями прямого и обратного проходов. Связующие узлы имеют одинаковые ранние и поздние даты событий.

Критический путь не обязательно проходит через все подсети сетевой модели. Кроме того, начало и конец подсети могут не быть критическими, даже если критический путь проходит через эту подсеть по связующим узлам.

Некоторые моменты в описании видов проектного управления и в попытке определения классификационных признаков носят **дискуссионный характер**. Наиболее спорным является описание отличий мультипроектного управления от управления открытыми проектами.

Но тем не менее представленная классификация более адекватна реальной практике проектного управления и более логически состоятельна, нежели классификационные подходы, принятые в рамках сложившейся сегодня в России концепции управления проектами.