**Содержание**

**Введение**

Глава I. Понятие и сущность сетевого планирования и управления

* 1. Сущность сетевых методов планирования и управления
  2. Элементы и виды сетевых моделей

Глава II. Практическое применение моделей сетевого планирования и управления

* 1. Методы сетевого планирования и управления
  2. Сетевой график

Заключение

Литература

**Введение**

В современных условиях все более сложными становятся социально-экономические системы. Поэтому решения, принимаемые по проблемам рационализации их развития, должны получать строгую научную основу на базе математико-экономического моделирования.

Одним из методов научного анализа является сетевое планирование.

В России работы по сетевому планированию начались в 1961-1962 гг. и быстро получили широкое распространение. Широко известны труды Антонавичуса К. А., Афанасьева В. А., Русакова А. А., Лейбмана Л. Я., Михельсона В. С., Панкратова Ю. П., Рыбальского В. И., Смирнова Т. И., Цоя Т. Н. и других.[[1]](#footnote-1),[[2]](#footnote-2),

От многочисленных исследований отдельных аспектов сетевых методов планирования и управления был осуществлен переход к системному использованию новой методологии планирования. В литературе и практике все более широко закреплялось отношение к сетевому планированию не только как к методу анализа, но и как к развитой системе планирования и управления, приспособленной для очень широкого круга проблем.

За годы практического использования в России и за рубежом сетевое планирование показало эффективность в самых различных сферах экономического и организационного анализа.

Необходимость использования методов сетевого планирования в исследовании систем управления объясняется многим разнообразием моделей планирования: графики и таблицы, физические модели, логические и математические выражения, машинные модели, имитационные модели.

Особый интерес представляет сетевой метод формализованного представления систем управления, который сводится к построению сетевой модели для решения комплексной задачи управления. Основой сетевого планирования является информационная динамическая сетевая модель, в которой весь комплекс расчленяется на отдельные, четко определенные операции (работы), располагаемые в строгой технологической последовательности их выполнения. При анализе сетевой модели производится количественная, временная и стоимостная оценка выполняемых работ. Параметры задаются для каждой входящей в сеть работы их исполнителем на основе нормативных данных либо своего производственного опыта.

При имитационном динамическом моделировании строится модель, адекватно отражающая внутреннюю структуру моделируемой системы; затем поведение модели проверяется на ЭВМ на сколь угодно продолжительное время вперед. Это дает возможность исследовать поведение как системы в целом, так и ее составных частей. Имитационные динамические модели используют специфический аппарат, позволяющий отразить причинно–следственные связи между элементами системы и динамику изменений каждого элемента. Модели реальных систем обычно содержат значительное число переменных, поэтому их имитация осуществляется на компьютере.

Таким образом, тема исследования методов сетевого планирования является актуальной, т.к. графическое представление не только дает представление о сложном процессе, но и позволяет осуществить разностороннее исследование системы управления проектом.

Исходя из приведенных аргументов актуальности и темы работы, можно сформулировать цель работы – освещение методов сетевого планирования и управления в исследовании социально-экономических и политических процессов.

Для достижения цели поставлены и решены следующие задачи:

1. Проведен анализ сетевого планирования и управления.
2. Выявлена сущность сетевых методов планирования и управления
3. Рассмотрены виды методов сетевого планирования и управления, изучена область их применения.
4. Рассмотрены основы практического применения методов сетевого планирования и управления.

Предметом исследования моей курсовой работы является методология сетевого планирования и управления.

Объектом моей курсовой работы является сфера применения методологии сетевого планирования и управления.

**Глава I. Понятие и сущность сетевого планирования и управления**

* 1. **Сущность сетевых методов планирования**

*Сетевое планирование* - это комплекс графических и расчетных методов организационных мероприятий, обеспечивающих моделирование, анализ и динамическую перестройку плана выполнения сложных проектов и разработок, например, таких как:

* строительство и реконструкция каких-либо объектов;
* выполнение научно-исследовательских и конструкторских работ;
* подготовка производства к выпуску продукции;
* перевооружение армии.

Характерной особенностью таких проектов является то, что они состоят из ряда отдельных, элементарных работ. Они обусловливают друг друга так, что выполнение некоторых работ не может быть начато раньше, чем завершены некоторые другие.

Основная *цель* сетевого планирования и управления - сокращение до минимума продолжительности проекта.

*Задача* сетевого планирования и управления состоит в том, чтобы графически, наглядно и системно отобразить и оптимизировать последовательность и взаимозависимость работ, действий или мероприятий, обеспечивающих своевременное и планомерное достижение конечных целей.

Для отображения и алгоритмизации тех или иных действий или ситуаций используются экономико-математические модели, которые принято называть сетевыми моделями, простейшие из них - сетевые графики. С помощью сетевой модели руководитель работ или операции имеет возможность системно и масштабно представлять весь ход работ или оперативных мероприятий, управлять процессом их осуществления, а также маневрировать ресурсами.

Во всех системах сетевого планирования основным объектом моделирования служат разнообразные комплексы предстоящих работ, например социально-экономические исследования, проектные разработки, освоение, производство новых товаров и другие плановые мероприятия.

*Система СПУ позволяет:*

* формировать календарный план реализации некоторого комплекса работ;
* выявлять и мобилизовывать резервы времени, трудовые, материальные и денежные ресурсы;
* осуществлять управление комплексом работ по принципу «ведущего звена» с прогнозированием и предупреждением возможных срывов в ходе работ;
* повышать эффективность управления в целом при четком распределении ответственности между руководителями разных уровней и исполнителями работ;
* четко отобразить объем и структуру решаемой проблемы, выявить с любой требуемой степенью детализации работы, образующие единый комплекс процесса разрешения проблемы; определить события, совершение которых необходимо для достижения заданных целей;
* выявить и всесторонне проанализировать взаимосвязь между работами, так как в самой методике построения сетевой модели заложено точное отражение всех зависимостей, обусловленных состоянием объекта и условиями внешней и внутренней среды;
* широко использовать вычислительную технику;
* быстро обрабатывать большие массивы отчетных данных и обеспечивать руководство своевременной и исчерпывающей информацией о фактическом состоянии реализации программы;
* упростить и унифицировать отчетную документацию.

Диапазон применения СПУ весьма широк: от задач, касающихся деятельности отдельных лиц, до проектов, в которых участвуют сотни организаций и десятки тысяч людей.[[3]](#footnote-3)

Сетевая модель представляет собой описание комплекса работ (комплекса операций, проекта). Под ним понимается всякая задача, для выполнения которой необходимо осуществить достаточно большое количество разнообразных действий. Это может быть создание любого сложного объекта, разработка его проекта и процесс построения планов реализации проекта.

Использование методов сетевого планирования способствует сокращению сроков создания новых объектов на 15-20%, обеспечению рационального использования трудовых ресурсов и техники.

Наиболее эффективными областями применения сетевых методов планирования и управления является управление крупными целевыми программами, научно-техническими разработками и инвестиционными проектами, а также сложными комплексами социальных, экономических и организационно-технических мероприятий на федеральном и региональных уровнях.

* 1. **Элементы и виды сетевых моделей**

***Сетевые модели состоят из трех следующих элементов:***

* Работа (или задача)
* Событие (вехи)
* Связь (зависимость)

**Работа (Activity)** – это процесс, который необходимо выполнить для получения определенного (заданного) результата, как правило, позволяющего приступить к последующим действиям. Термины "задача" (Task) и "работа" могут быть идентичны, однако в некоторых случаях задачами принято называть выполнение действий, выходящих за рамки непосредственного производства, например "Экспертиза проектной документации" или "Переговоры с заказчиком". Иногда понятие "задача" используют для отображения работ самого низкого уровня иерархии.

Термин «работа» используется в широком смысле слова, и может иметь следующие значения:

* *действительная работа*, то есть трудовой процесс, требующий затрат времени и ресурсов;
* *ожидание* – процесс, требующий времени, но не потребляющий ресурсы;
* *зависимость* или «фиктивная работа» - работа, не требующая времени и ресурсов, но указывающая, что возможность начала одной работы непосредственно зависит от результатов другой.

**Событие (Node)** – момент изменения состояния системы, в частности, момент начала или окончания любой работы по своей сути является событием, а каждая работа обязательно имеет начальное и конечное события. Работа – это действие или процесс, которые должны произойти для перехода от начального события к конечному. Некоторые события являются общими для нескольких работ, в этом случае свершение события является моментом времени, соответствующим завершению последней из работ, непосредственно предшествующих данному событию.

**Веха (Milestone)** – разновидность события, характеризующая достижение значимых промежуточных результатов (отдельных этапов проекта).

**Связь (Link)** – это логическая зависимость между сроками выполнения отдельных работ и наступления событий. Если для начала выполнения какой-либо работы необходимо завершение другой работы, говорят, что эти работы соединены связью (связаны). Связи по своему существу могут определяться технологией работ, либо их организацией*.* Соответственно различают технологические и организационные виды связей. Связи могут называться также зависимостями (Relationship), или фиктивными работами (Dummy Activity). Связям не требуются исполнители и прямые затраты времени, однако они могут характеризоваться продолжительностью растяжения (положительным, отрицательным или нулевым).

При расчетах для сетевой модели определяются следующие *характеристики* ее элементов.[[4]](#footnote-4)

*Характеристики событий*

**1.** *Ранний срок* свершения события *tp(*0) = 0, *tР(j) =тахi{tр(i) + t(ij)}, j=1--N* характеризует самый ранний срок завершения всех путей, в него входящих. Этот показатель определяется «прямым ходом» по графу модели, начиная с начального события сети.

**2.** *Поздний срок свершения события tп*(N) = *tр(N), tп (i)* = *minj {(tп(j)-t(ij)}*, *i=1--(N-1)* характеризует самый поздний срок, после которого остается ровно столько времени, сколько требуется для завершения всех путей, следующих за этим событием. Этот показатель определяется «обратным ходом» по графу модели, начиная с завершающего события сети.

**3.** *Резерв времени события R(T) = tп(i) - tр(i)* показывает, на какой максимальный срок можно задержать наступление этого события, не вызывая при этом увеличения срока выполнения всего комплекса работ.

Резервы времени для событий на критическом пути равны нулю, R*(i) =* 0.

*Характеристики работы (i,j)*

* Ранний срок начала работы
* Ранний срок окончания работы
* Поздний срок начала работы
* Поздний срок окончания работы

*Резервы времени работ:*

* *полный резерв -* максимальный запас времени, на который можно отсрочить начало или увеличить длительность работы без увеличения длительности критического пути. Работы на критическом пути не имеют полного резерва времени;
* *частный резерв* -часть полного резерва, на которую можно увеличить продолжительность работы, не изменив позднего срока ее начального события;
* *свободный резерв* -максимальный запас времени, на который можно задержать начало работы или (если она началась в ранний срок) увеличит ее продолжительность, не изменяя ранних сроков начала последующих работ;
* *независимый резерв* - запас времени, при котором все предшествующие работы заканчиваются в поздние сроки, а все последующие - начинаются в ранние сроки. Использование этого резерва не влияет на величину резервов времени других работ.

***Замечания*** Работы, лежащие на критическом пути, резервов времени не имеют. Если на критическом пути L*кр* лежит начальное событие iработы (i,j), то *Rп(i,j)=Rl(i,j).* Если на *Lкр* лежит конечное событие *j* работы *(i,j),* то *Rп(i,j)=Rc(i,j).* Если на *Lкр* лежат и событие *i,* и событие *j* работы *(i,j),* а сама работа не принадлежит критическому пути, то *Rп(i,j)=Rc(i,j)=Rп(i,j)*

*Характеристики путей*

*Продолжительность пути* равна сумме продолжительностей составляющих ее работ.

*Резерв времени пути* равен разности между длинами критического пути и рассматриваемого пути.

Резерв времени пути показывает, насколько может увеличиться продолжительность работ, составляющих данный путь, без изменения продолжительности срока выполнения всех работ.

В сетевой модели можно выделить так называемый *критический путь.* Критический путь *Lкр* состоит из работ *(i,j),* у которых полный резерв времени равен нулю *Rп(i,j)=0*, кроме этого, резерв времени *R(i)* всех событий *i* на критическом равен 0. Длина критического пути определяет величину наиболее длинного пути от начального до конечного события сети и равна.

***Виды сетевых моделей и графиков***

По способу представления информации существуют два принципиально различных вида сетевых моделей (графиков):[[5]](#footnote-5)

**1. Сеть вида "вершина – событие" ("Activity-on-Arrow"):** вершины соответствуют событиям, а соединяющие их дуги – работам. Связи представлены пунктирными стрелками, которые так же, как и работы, являются направленными дугами графа. *В некоторых источниках сетевые графики вида "вершина−событие" называются "американскими".*

**2. Сеть вида "вершина – работа" ("Activity-on-Node"):** вершины соответствуют работам, а дуги – связям. События (главным образом вехи) при необходимости отображаются какими-либо фигурами, например – треугольниками. *Сетевые графики данного вида иногда называют "французскими".*

В последнее время сетевая модель вида "вершина−работа" применяется значительно чаще, чем сеть вида "вершина−событие".

Сетевая модель и сетевой график могут отображаться как в масштабе, так и вне масштаба времени. Сетевые модели, разрабатываемые на этапе планирования для расчета параметров работ, как правило, сложно показать в масштабе времени. В отличие от них модели (графики), предназначенные для отображения принятого календарного плана работ и контроля за его выполнением, для наглядности привязывают к временной шкале.

Если временные параметры расписания рассчитаны, откорректированы и утверждены, то можно говорить об окончании этапа планирования и переходе к непосредственной реализации проекта.

**Глава II. Методы сетевого планирования и управления**

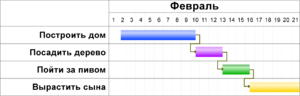
* 1. **Методы сетевого планирования и управления**

*Система методов сетевого планирования и управления (СПУ)* – совокупность методов планирования и управления разработкой народнохозяйственных комплексов, научными исследованиями, конструкторскими и технологическими роботами, разработкой изделий нового вида, строительством и реконструкцией зданий и сооружений, капитальным ремонтом основных фондов путем применения сетевых графиков.[[6]](#footnote-6)

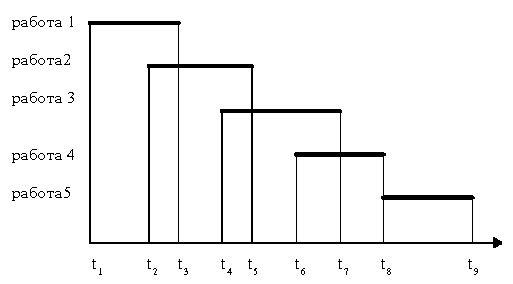
*Методы сетевого планирования:*

* **Детерминированные сетевые методы**
  + [Диаграмма Ганта](file:///C:\wiki\Р) с дополнительным временным люфтом 10-20%
  + [Метод критического пути](file:///C:\wiki\РљСЂРёС‚РёС‡РµСЃРєРёР№_РїСѓС‚СЊ) (МКП)
* **Вероятностные сетевые методы**
  + Неальтернативные
    - Метод статистических испытаний ([метод Монте-Карло](file:///C:\wiki\РњРµС‚РѕРґ_РњРѕРЅС‚Рµ-РљР°СЂР))
    - Метод оценки и пересмотра планов (ПЕРТ, [PERT](file:///C:\wiki\PERT))
  + Альтернативные
    - Метод графической оценки и [анализа](file:///C:\wiki\РђРЅР°Р) ([GERT](file:///C:\wiki\GERT))

**Диаграмма Ганта** ([англ.](file:///C:\wiki\РђРЅРіР) *Gantt chart*, также **ленточная диаграмма**, **график Ганта**) — это популярный тип столбчатых [диаграмм](file:///C:\wiki\Р), который используется для иллюстрации плана, графика работ по какому-либо [проекту](file:///C:\wiki\РџСЂРѕРµРєС‚). Является одним из методов планирования проектов.



*Пример диаграммы Ганта 1*



*Пример диаграммы Ганта 2*

Первый формат диаграммы был разработан [Генри Л. Гантом](file:///C:\wiki\Р) (*Henry L. Gantt*, 1861‒1919) в 1910 году.

Диаграмма Ганта представляет собой [отрезки](file:///C:\wiki\РћС‚СЂРµР·РѕРє) (графические плашки), размещенные на горизонтальной шкале времени. Каждый отрезок соответствует отдельной задаче или подзадаче. Задачи и подзадачи, составляющие план, размещаются по вертикали. Начало, конец и длина отрезка на шкале времени соответствуют началу, концу и длительности задачи. На некоторых диаграммах Ганта также показывается зависимость между задачами. Диаграмма может использоваться для представления текущего состояния выполнения работ: часть прямоугольника, отвечающего задаче, заштриховывается, отмечая процент выполнения задачи; показывается вертикальная линия, отвечающая моменту «сегодня».

Часто диаграмма Ганта соседствует с таблицей со списком работ, строки которой соответствуют отдельно взятой задаче, отображенной на диаграмме, а столбцы содержат дополнительную информацию о задаче.

**Метод критического пути** — эффективный инструмент [планирования](file:///C:\wiki\РџР) расписания и [управления сроками проекта](file:///C:\wiki\РЈРїСЂР°РІР).

В основе метода лежит определение наиболее длительной последовательности [задач](file:///C:\wiki\Р—Р°РґР°С‡Р°) от начала [проекта](file:///C:\wiki\РџСЂРѕРµРєС‚_(РґРµСЏС‚РµР) до его окончания с учетом их взаимосвязи. Задачи лежащие на критическом пути (*критические задачи*) имеют нулевой резерв времени выполнения и в случае изменения их длительности изменяются сроки всего проекта. В связи с этим при выполнении проекта критические задачи требуют более тщательного контроля, в частности, своевременного выявления проблем и рисков, влияющих на сроки их выполнения и, следовательно, на сроки выполнения проекта в целом. В процессе выполнения проекта критический путь проекта может меняться, так как при изменении длительности задач некоторые из них могут оказаться на критическом пути.

*Расчёт критического пути*

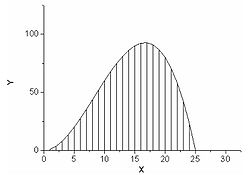
Если начальный момент выполнения проекта положить равным нулю, то сроки окончания у первых работ [сетевого графика](file:///C:\wiki\РЎРµС‚РµРІРѕР№_РіСЂР°С), то есть работ, выходящих из первого события, будет определяться их продолжительностью. Время наступления любого события следует положить равным самому позднему времени окончания непосредственно входящих в это событие работ: считается, что работа в сетевом графике не может начаться, пока не завершены все предшествующие для нее работы.

В процессе решения — методом «эстафеты» — просматриваются все дуги сетевого графика. Пусть очередная просматриваемая дуга связывает вершины i и j. Если для вершины i определено предположительное время его свершения и это время плюс продолжительность работы больше предположительного времени наступления события j, тогда для вершины j устанавливается новое предположительное время наступления, равное предположительному времени наступления события i плюс продолжительность работы рассматриваемой дуги. Решение заканчивается, когда очередной просмотр дуг не вызывает ни одного исправления предположительного значения времени начала/окончания работ/событий. В результате может быть определено событие с самым поздним временем наступления, и путь от начальной вершины в эту конечную будет считаться критическим и определять продолжительность выполнения проекта. Наряду с общей продолжительностью выполнения проекта, критический путь определяет другие характеристики сетевого графика, играющие важную роль при планировании реализации нововведения, минимизации сроков и расходов на разработку.

Суть решения задачи сокращения сетевого графика сводится к привлечению дополнительных ресурсов к выполнению работ, лежащих на критическом пути, снятием работ, не лежащих на критическом пути, запараллеливанием работ.

**Метод Монте-Карло** (методы Монте-Карло, ММК) — общее название группы численных методов, основанных на получении большого числа реализаций [стохастического](file:///C:\wiki\РЎС‚РѕС…Р°СЃС‚РёС‡РµСЃРєРёР№) (случайного) процесса, который формируется таким образом, чтобы его [вероятностные](file:///C:\wiki\Р’РµСЂРѕСЏС‚РЅРѕСЃС‚СЊ) характеристики совпадали с аналогичными величинами решаемой задачи. Используется для решения задач в различных областях [физики](file:///C:\wiki\Р¤РёР·РёРєР°), [математики](file:///C:\wiki\РњР°С‚РµРјР°С‚РёРєР°), [экономики](file:///C:\wiki\Р­РєРѕРЅРѕРјРёРєР°), [оптимизации](file:///C:\wiki\РћРїС‚РёРјРёР·Р°С†РёСЏ), [теории управления](file:///C:\wiki\РўРµРѕСЂРёСЏ_СѓРїСЂР°РІР) и др.

## *Интегрирование методом Монте-Карло*

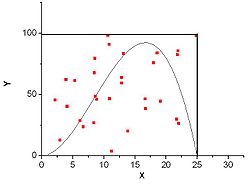


**Рисунок 1.** *Численное интегрирование функции детерминистическим методом*

Предположим, необходимо взять интеграл от некоторой функции. Воспользуемся неформальным геометрическим описанием [интеграла](file:///C:\wiki\РРЅС‚РµРіСЂР°Р) и будем понимать его как площадь под графиком этой функции.

Для определения этой площади можно воспользоваться одним из обычных [численных методов интегрирования](file:///C:\wiki\Р§РёСЃР): разбить отрезок на подотрезки, подсчитать площадь под графиком функции на каждом из них и сложить. Предположим, что для функции, представленной на рисунке 2, достаточно разбиения на 25 отрезков и, следовательно, вычисления 25 значений функции. Представим теперь, мы имеем дело с *n*-мерной функцией. Тогда нам необходимо 25*n* отрезков и столько же вычислений значения функции. При размерности функции больше 10 задача становится огромной. Поскольку пространства большой размерности встречаются, в частности, в задачах [теории струн](file:///C:\wiki\РўРµРѕСЂРёСЏ_СЃС‚СЂСѓРЅ), а также многих других физических задачах, где имеются системы со многими степенями свободы, необходимо иметь метод решения, вычислительная сложность которого бы не столь сильно зависела от размерности. Именно таким свойством обладает метод Монте-Карло.

### *Обычный алгоритм Монте-Карло интегрирования*



**Рисунок 2.** *Численное интегрирование функции методом Монте-Карло*

Для определения площади под графиком функции можно использовать следующий стохастический алгоритм:

* ограничим функцию прямоугольником (*n*-мерным параллелепипедом в случае многих измерений), площадь которого *Spar* можно легко вычислить;
* «набросаем» в этот прямоугольник (параллелепипед) некоторое количество точек (*N* штук), координаты которых будем выбирать случайным образом;
* определим число точек (*K* штук), которые попадут под график функции;
* площадь области, ограниченной функцией и осями координат, *S* даётся выражением

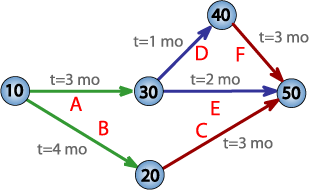


Для малого числа измерений интегрируемой функции производительность Монте-Карло интегрирования гораздо ниже, чем производительность детерминированных методов. Тем не менее, в некоторых случаях, когда функция задана неявно, а необходимо определить область, заданную в виде сложных неравенств, стохастический метод может оказаться более предпочтительным.

### *Использование выборки по значимости*

Очевидно, что точность вычислений можно увеличить, если область, ограничивающая искомую функцию, будет максимально к ней приближена. Для этого необходимо использовать случайные величины с распределением, форма которого максимально близка к форме интегрируемой функции. На этом основан один из методов улучшения сходимости в вычислениях методом Монте-Карло: [выборка по значимости](file:///C:\wiki\Р’С‹Р±РѕСЂРєР°_РїРѕ_Р·РЅР°С‡РёРјРѕСЃС‚Рё,_РњРѕРЅС‚Рµ-РљР°СЂР).

**Program Evaluation and Review Technique** (сокращенно PERT) — техника оценки и анализа программ, которая используется при управлении проектами. Была разработана в 1958 году консалтинговой фирмой «Буз, Ален и Гамильтон» совместно с корпорацией «Локхид» по заказу Подразделения специальных проектов ВМС США в составе Министерства Обороны США для проекта создания ракетной системы «Поларис» (Polaris). Проект «Поларис» был ответом на кризис, наступивший после запуска Советским Союзом первого космического спутника.



*Пример сетевой PERT диаграммы для проекта продолжительностью в семь месяцев с пятью промежуточными точками (от 10 до 50) и шестью деятельностями (от A до F)*

PERT — это способ анализа задач, необходимых для выполнения проекта. В особенности, анализа времени, которое требуется для выполнения каждой отдельной задачи, а также определение минимального необходимого времени для выполнения всего проекта.

PERT был разработан в 50-ые годы главным образом для упрощения планирования и составления графиков больших и сложных проектов. Метод подразумевал наличие неопределённости, давая возможность разработать рабочий график проекта без точного знания деталей и необходимого времени для всех его составляющих.

Самая известная часть PERT — это «Сети PERT» — графики соединённых между собой временных линий. PERT предназначен для очень масштабных, единовременных, сложных, нерутинных проектов.

Диаграмма представляет собой множество точек-вершин вместе с соединяющими их ориентированными дугами. Каждая из них как направленный отрезок имеет начало и конец, причем модель содержит только одну из пары симметричных дуг (от вершины 1 к вершине 2 и от вершины 2 к вершине 1). Всякой дуге, рассматриваемой в качестве какой-то работы из числа нужных для осуществления проекта, приписываются определенные количественные характеристики. Это — объемы выделяемых на нее ресурсов и, соответственно, ее ожидаемая продолжительность (длина дуги). Любая вершина интерпретируется как событие завершения работ, представленных дугами, которые входят в нее, и одновременно начала работ, отображаемых дугами, исходящими оттуда. Таким образом, фиксируется что ни к одной из работ нельзя приступить прежде чем будут выполнены все предшествующие ей согласно технологии реализации проекта. Факт начала этого процесса — вершина без входящих, а окончание — без исходящих дуг. Остальные вершины должны иметь и те, и другие. Последовательность дуг, в которой конец каждой предшествующей совпадает с началом последующей, трактуется как путь от отправной вершины к завершающей, а сумма длин таких дуг — как его продолжительность. Обычно начало и конец реализации проекта связаны множеством путей, длины которых различаются. Наибольшая определяет длительность всего этого проекта, минимально возможную при зафиксированных характеристиках дуг графа. Соответствующий путь — критический и в каждый момент времени контролировать нужно состояние именно тех работ, которые «лежат» на нем.

**Метод графической оценки и анализа** (**GERT**, [англ.](file:///C:\wiki\РђРЅРіР) *Graphical Evaluation and Review Technique*) — альтернативный вероятностный метод [сетевого планирования](file:///C:\wiki\РЎРµС‚РµРІРѕРµ_РїР), применяется в случаях организации работ, когда *последующие задачи* могут начинаться после завершения только *некоторого* числа из *предшествующих задач*, причём не все задачи, представленные на сетевой модели, должны быть выполнены для завершения проекта.  
Разработан в США в [1966 году](file:///C:\wiki\1966_РіРѕРґ).  
 Основу применения метода GERT составляет использование альтернативных сетей, называемых GERT-cетями.   Они позволяют более адекватно задавать сложные процессы строительного производства в тех случаях, когда затруднительно или невозможно (по объективным причинам) однозначно определить, какие именно работы и в какой последовательности должны быть выполнены для достижения цели проекта (то есть существует многовариантность реализации проекта).  
 Расчёт GERT-сетей, моделирующих реальные процессы, чрезвычайно сложен, однако программное обеспечение для вычисления сетевых моделей такого типа в настоящее время, к сожалению, не распространено.

* 1. **Сетевой график**

*Сетевой график* основан на использовании математической модели - графа. *Графом* (устаревшие синонимы: сеть, лабиринт, карта и т.д.) математики называют "множество вершин и набор упорядоченных или неупорядоченных пар вершин". Говоря более привычным для студента (но менее точным) языком, граф - это набор кружков (прямоугольников, треугольников и проч.), соединенных направленными или ненаправленными отрезками. В этом случае сами кружки (или другие используемые фигуры) по терминологии теории графов будут называться "вершинами", а соединяющие их ненаправленные отрезки - "ребрами", направленные (стрелки) - "дугами". Если все отрезки являются направленными, граф называется ориентированным, если ненаправленными - неориентированным.[[7]](#footnote-7)

Наиболее распространенный тип сетевого графика работ представляет систему кружков и соединяющих их направленных отрезков (стрелок), где стрелки отображают сами работы, а кружки на их концах ("события") - начало или окончание этих работ.

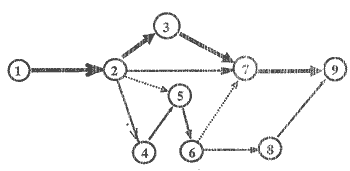
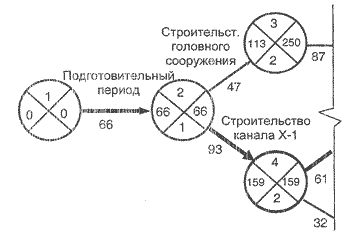


Рисунок показывает упрощенно лишь одну из возможных конфигураций сетевого графика, без данных, характеризующих сами планируемые работы. Фактически на сетевом графике приводится множество сведений о производимых работах. Над каждой стрелкой пишется наименование работы, под стрелкой - продолжительность, этой работы (обычно в днях).

В графике могут использоваться пунктирные стрелки - это так называемые "зависимости" (фиктивные работы), не требующие ни времени, ни ресурсов.

Они указывают на то, что "событие", на которое направлена пунктирная стрелка, может происходить только после свершения события, из которого исходит эта стрелка.

В сетевом графике не должно быть тупиковых участков, каждое событие должно соединяться сплошной или пунктирной стрелкой (или стрелками) с каким-либо предшествующим (одним или несколькими) я последующим (одним или несколькими) событиями.



Нумерация событий производится примерно в той последовательности, в какой они будут происходить. Начальное событие располагается обычно с левой стороны графика, конечное — с правой.

Последовательность стрелок, в которой начало каждой последующей стрелки совпадает с концом предыдущей, называется ***путем.*** Путь обозначается в виде последовательности номеров событий.

В сетевом графике между начальным и конечным событиями может быть несколько путей. Путь, имеющий наибольшую продолжительность, называется ***критическим.*** *Критический путь определяет общую продолжительность работ.* Все остальные пути имеют меньшую продолжительность, и поэтому в них выполняемое работы имеют резервы времени.

Критический путь обозначается на сетевом графике утолщенными или двойными линиями (стрелками).

Особое значение при составлении сетевого графика имеют два понятия:

* ***Раннее начало работы*** - срок, раньше которого нельзя начать данную работу, не нарушив принятой технологической последовательности. Он определяется наиболее долгим путем от исходного события до начала данной работы
* ***Позднее окончание работы*** - самый поздний срок окончания работы, при котором не увеличивается общая продолжительность работ. Он определяется самым коротким путем от данного события до завершения всех работ.

При оценке резервов времени удобно использовать еще два вспомогательных понятия:

* Раннее окончание - срок, раньше которого нельзя закончить данную работу. Он равен раннему началу плюс продолжительность данной работы
* Позднее начало - срок, позже которого нельзя начинать данную работу, не увеличив общую продолжительность проекта. Он равен позднему окончанию минус продолжительность данной работы.

Если событие является окончанием лишь одной работы (т.е. в него направлена только одна стрелка), то раннее окончание этой работы совпадает с ранним началом последующей.

***Общий (полный) резерв*** - это наибольшее время, на которое можно задержать выполнение данной работы, не увеличивая общую продолжительность работ. Он определяется разностью между поздним и ранним началом (или поздним и ранним окончанием - что тоже самое).

***Частный (свободный) резерв*** - это наибольшее время, на которое можно задержать выполнение данной работы, не меняя раннего начала последующей. Этот резерв возможен только тогда, когда в событие входят две или более работы (зависимости), т.е. на него направлены две или более стрелки (сплошные или пунктирные). Тогда лишь у одной из этих работ раннее окончание будет совпадать с ранним началом последующей работы, для остальных же это будут разные значения. Эта разница у каждой работы и будет ее частным резервом.

Кроме описанного типа сетевых графиков, в котором вершины графа ("кружки") отображают события, а стрелки - работы, существует другой тип, в котором вершинами являются работы. Различие между этими типами непринципиальное - все основные понятия (раннее начало, позднее окончание, общие и частные резервы, критический путь и т.д.) сохраняются неизменными, отличаются лишь способы их записи.[[8]](#footnote-8)

Построение сетевого графика этого типа основано на том, что раннее начало последующей работы равно раннему окончанию предыдущей. Если данной работе предшествует несколько работ, ее раннее качало должно быть равно максимальному раннему окончанию предыдущих работ. Расчет поздних сроков ведется в обратном порядке - от завершающий к исходной, как и в сетевом графике "вершины - события". У завершающей работы позднее и раннее окончание совпадают и отражают продолжительность критического пути. Позднее начало последующей работы равно позднему окончанию предыдущей. Если за данной работой следует несколько работ, то определяющим является минимальное значение из поздних начал.

Сетевые графики "вершины - работы" появились позже графиков "вершины - события", поэтому они несколько менее известны и сравнительно реже описываются в учебной и справочной литературе. Тем не менее, они имеют свои преимущества, в частности их легче строить и легче корректировать. При корректировке графиков ''вершены — работы" их конфигурация не меняется, у графиков же "вершины - события" такие изменения исключить не удается. Однако в настоящее время составление и корректировка сетевых графиков автоматизированы, и для пользователя, которому важно знать лишь последовательность работ и их резервы времени, не имеет особого значения, каким способом сделан график, т.е. какого он типа. В современных специализированных пакетах компьютерных программ планирования и оперативного управления в основном используется тип "вершины - работы".

Корректировка сетевых графиков производится как на этапе их составления, так и использования. Она состоит в оптимизации строительных работ по времени и по ресурсам (в частности по движению рабочей силы). Если, например, сетевой график не обеспечивает выполнения работ в необходимые сроки (нормативные или установленные контрактом) производится *его корректировка по времени,* т.е. сокращается продолжительность критического пути. Обычно это делается:

* за счет резервов времени некритических работ и соответствующего перераспределения ресурсов;
* за счет привлечения дополнительных ресурсов;
* за счет изменения организационно-технологической последовательности и взаимосвязи работ.

В последнем случае у графиков "вершины - события" приходится менять их конфигурацию (топологию).

*Корректировка по ресурсам* производится путем построения линейных календарных графиков по ранним началам, соответствующих тому или иному варианту сетевого графика, и корректировки этого варианта.

При построении сетевых графиков необходимо соблюдать ряд правил:

1. В сети не должно быть событий, из которых не выходит ни одной работы, если только эти события не являются для данной сети завершающими.
2. В сети не должно быть событий, в которые не входит ни одной работы, если только эти события не являются для данной сети исходными.
3. В сети не должно быть замкнутых контуров, путей, соединяющих какое-либо событие с ним же самим.
4. В сети не должно быть работ и событий, имеющих одинаковые шифры.

*Пример изображения параллельных работ*

1. Если какие-либо работы в сети могут быть начаты до полного окончания непосредственно предшествующей им работы, то последняя должна быть расчленена на такие последовательно выполняемые работы, результаты которых необходимы и достаточны для возможности начать интересующие нас работы.

*Пример изображения совмещенных работ*

1. Если для выполнения какой-либо работы необходимо получить результаты не всех входящих в ее начальное событие работ, а только части из них, то для этой работы нужно ввести новое начальное событие, и соединить его с прежним начальным событием фиктивной работой.

*Пример изображения сложных зависимостей работ*

1. Если необходимо укрупнить сетевой график, то группа работ на детальной модели может быть заменена одной работой, если вся заменяемая группа работ имеет одно начальное и одно конечное событие.

*а)*

*б)*

*Примеры укрупнения фрагментов сетевой модели*

*а) простейший случай для группы работ с одной входной и выходной работой (до укрупнения); б) тоже, после укрупнения*

Анализируя сетевые графики, можно заметить, что они отлича­ются не только количеством событий, но и числом взаимосвязей между ними. Сложность сетевого графика оценивается коэффициентом слож­ности. Коэффициент сложности представляет собой отношение количества работ сетевого графика к количеству событий и определя­ется по формуле:  
  
 **К=Р/С,**   
  
где К – коэффициент сложности сетевого графика;  
Р и С – количество работ и событий, ед.   
 Сетевые графики, имеющие коэффициент сложности от 1,0 до 1,5, являются простыми, от 1,51 до 2,0 – средней сложности, более 2,1 – сложными.

*Приступая к построению сетевого графика, следует установить: [[9]](#footnote-9)*

1. какие работы должны быть завершены ранее, чем начнется дан­ная работа;
2. какие работы могут быть начаты после завершения данной ра­боты;
3. какие работы могут выполняться одновременно с данной работой. *Кроме того, надо придерживаться общих положений и правил:* 
   * + сеть вычерчивается слева направо (это же направление имеют и стрелки-работы);
     + каждое событие с большим порядковым номером изображается правее предыдущего;
     + график должен быть простым, без лишних пересечений;
     + все события, кроме завершающего, должны иметь последую­щую работу (в сети не должно быть события, кроме исходного, в которое не входила бы ни одна работа);
     + один и тот же номер события нельзя использовать дважды;
     + в сетевом графике ни один путь не должен проходить дважды через одно и то же событие (если такие пути обнаружены, то это свидетельствует об ошибке);
     + если начало какой-либо работы зависит от окончания двух предшествующих работ, выходящих из одного события, тогда между событиями – окончаниями этих двух работ – вводится фиктивная работа (зависимость).

**Заключение**

Цель сетевого планирования – представить любой проект в виде последовательности связанных между собой задач. В итоге возникает иерархическая структура проекта.

Любая работа может быть оценена по времени, необходимому для ее выполнения. Пространство, которым представляется на схеме время, должно соответствовать тому объему работ, который должен быть произведен в это время. Использование этих двух принципов позволяет понять всю систему; при этом становится возможным графическое представление любого рода работ, общим мерилом которых является время.

Сетевое планирование как часть системы управления проектами стало объектом внимания и внедрения по причине обострения конкуренции и падения прибыли. Уже давно интересуются им строительные компании, отрасли информационных технологий и телекоммуникаций. Сейчас растет спрос со стороны банков и металлургов. Однако, несмотря на всю свою технологичность и четкую логику, сетевое планирование не становится реальностью в тех компаниях, где не созданы предпосылки для его внедрения.

Сетевые графики, составленные тщательно, но без учета рисков имеют низкую вероятность успешного исполнения. Технология сетевого планирования включает и работу с рисками. Часть рисков можно нейтрализовать, если заранее предусмотреть планы работы с ними.

Основным плановым документом в системе СПУ является сетевой график (сетевая модель или сеть), представляющий собой информационно-динамическую модель, в которой отражаются взаимосвязи и результаты всех работ, необходимых для достижения конечной цели разработки.

Преимущества моделей сетевого планирования и управления обеспечивают своевременное внесение корректив в процесс управления и в работу различных управленческих органов, эффективное предвидение будущего и надлежащего воздействия на ход выполнения работ. Обеспечиваются также необходимые условия для применения опыта, творческих возможностей человека на этапах постановки задач, корректировки хода их решения и оценки конечных результатов. Управленческие работники освобождаются от рутинной деятельности.

Использование компьютерных графиков в организации и проведении оперативных совещаний позволяет с высокой степенью четкости, ясности, убедительности и предметности своевременно решать возникающие вопросы.

Система сетевого планирования и управления является комплексом расчетных алгоритмов, организационных мероприятий, контрольных и координационных приемов. Она представляет собой средство динамического и сбалансированного представления и анализа сложных социально-экономических программ. Целями функционирования системы являются: выявление и мобилизация резервов времени и материальных ресурсов, скрытых в рациональной организации социально-экономических процессов; осуществление управления программой с постоянной концентрацией внимания на решении главных, наиболее значимых задач; прогнозирование и предупреждение возможных сбоев в ходе программы; повышение эффективности управления в целом при четком распределении ответственности между руководителями разных уровней.

**Литература**

1. Попов В. М., Солодков Г. П., Топилин В. М. Системный анализ в управлении социально-экономическими и политическими процессами. – Р-н-Д.: СКАГС, 2002.
2. Зуховицкий С. И., Радчик И. А., Математические методы сетевого планирования, М., 1965.
3. Основные положения по разработке и применению систем сетевого планирования и управления, 2 изд., М., 1967.
4. Сетевые графики в планировании, М., 1967.
5. Сетевые модели и задачи управления, М., 1967.
6. Модер Дж., Филлипс С., Метод сетевого планирования в организации работ, пер. с англ., М. — Л., 1966.
7. Основные положения по разработке и применению систем сетевого планирования и управления, 2 изд., М., 1967.
8. Ребрин Ю.И. Основы экономики и управления производством. Конспект лекций, Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2000.
9. Алешина С. Наука плетения сетей // Секрет фирмы. № 47 (86) 13.12.2004.
10. Кремер Н.Ш., Путко Б.А., Тришин И.М., Фридман М.Н./Исследование операций в экономике: Учебное пособие для ВУЗов/ под ред. Проф. Кремера Н.Ш– М.: ЮНИТИ, 2000.
11. Рыбальский В. И. Автоматизированные системы управления строительством. – Киев, Высш. шк., 1979.
12. Рыкунов В. И. Основы управления: Монография. – М.: Изограф, 2000.
13. Сытник В. Ф. АСУП и оптимальное планирование. – Киев.: Выща шк., 1978.
14. Прыкин Б. В. и др. Основы управления. Производственно-строительные системы: Учебник для вузов. – М.: Стройиздат, 1991.
15. Павловский Ю. Н. Декомпозиция моделей управляемых систем- М.: Наука, 1979.
16. Потапов А. Б. Технология творчества. – М.: НТК «Метод», 1992.
17. Опнер С. Л. Системный анализ для решения деловых и промышленных проблем. Пер. с англ. – М.: Сов. Радио, 1969.
18. Ларин А. А. Теоретические основы управления. Г. 1.: Процессы и системы управления. – М.: РВСН, 1994.

1. Гребнев Е. Т. Управленческие нововведения. – М.: Экономика, 1983 [↑](#footnote-ref-1)
2. Основы построения автоматизированных систем управления/ Под ред. В. И. Костюка. – М.: Сов. Радио, 1977 [↑](#footnote-ref-2)
3. Кремер Н.Ш., Путко Б.А., Тришин И.М., Фридман М. Н./Исследование операций в экономике: Учебное пособие для ВУЗов/ под ред. Проф. Кремера Н.Ш– М.: ЮНИТИ, 2000– С291 – 294 [↑](#footnote-ref-3)
4. Основные положения по разработке и применению систем сетевого планирования и управления, 2 изд., М., 1967. [↑](#footnote-ref-4)
5. Сетевые модели и задачи управления, М., 1967. [↑](#footnote-ref-5)
6. Модер Дж., Филлипс С., Метод сетевого планирования в организации работ, пер. с англ., М. — Л., 1966. [↑](#footnote-ref-6)
7. Сетевые графики в планировании, М., 1967. [↑](#footnote-ref-7)
8. Ковалева Л.Ф. “Математическая логика и теория графов”/МЭСИ, 1977 [↑](#footnote-ref-8)
9. . Зуховицкий С. И., Радчик И. А., Математические методы сетевого планирования, М., 1965. [↑](#footnote-ref-9)