

УДК 338.26

К.М.Каренов

*Карагандинский государственный университет им. Е.А.Букетова*

**Теоретические и методические основы оптимизации  
сетевых моделей по времени**

В статье изложены основные вопросы теории и практики применения сетевых методов планирования и управления. Приведены основные данные о математическом, информационном, техническом и организационно-экономическом обеспечении сетевых систем планирования и управления. Показаны их преимущества по сравнению с другими методами современной прикладной математики. Рассмотрены основные методы оптимизации сетевых моделей по времени. Раскрыта сущность методов сокращения продолжительности и расчленения критических работ и их запараллеливания. Дана характеристика такому способу оптимизации сетевого графика, как метод изменения топологии за счет изменения технологии работ.

*Ключевые слова:* график, планирование, управление, модель, система, работа, событие, оптимизация, время, метод.

*Основные сведения о системах сетевого планирования и управления*

Система сетевого планирования и управления (СПУ) является комплексом графических и расчетных методов, организационных мероприятий и контрольных приемов, обеспечивающих моделирование, анализ и динамическую перестройку плана выполнения сложных проектов и разработок [1–5].

В зависимости от масштаба комплекса работ различают системы СПУ с большими разработками, с числом событий в сети более 10–20 тыс., средними — от 1,5 до 10 тыс. и малыми — до 1,0–1,5 тыс. В случае небольших разработок, описываемых сетью, насчитывающей несколько десятков событий, использование идей сетевого планирования и управления также плодотворно, хотя при этом оказывается достаточной упрощенная схема организации работ с применением сетевых графиков.

Конечным продуктом действия системы являются выявление и мобилизация резервов времени и материальных ресурсов, скрытых в нерациональной организации производственных процессов; осуществление управления программой с прогнозированием и предупреждением возможных сбоев в ходе программы; улучшение технических показателей программы; повышение эффективности управления в целом при четком распределении ответственности между руководителями разного уровня и ответственными исполнителями.

В системе широко используется графическое изображение или аналитическая запись плана работ, которые отражают их логическую последовательность, взаимосвязи и продолжительность и создаются с целью последующей оптимизации разработанного плана и текущего управления ходом работ путем периодического сбора информации и соответствующей корректировки плана.

СПУ — это один из методов кибернетического подхода к управлению сложными динамическими системами с целью обеспечения определенных оптимальных показателей. Такими показателями, в зависимости от конкретных условий заданных требований, могут быть: минимальное время выполнения всего комплекса работ, минимальная стоимость разработки, максимальная экономия ресурсов и т.д.

Особенности СПУ заключаются в основном в следующем [6; 9]:

- реализуется системный подход к решению вопросов организации управления процессами;
- используется информационно-динамическая модель особого вида (так называемая сетевая модель) для логико-математического описания процесса и алгоритмизации расчетов параметров этого процесса (продолжительности, трудоемкости, стоимости и т.д.);
- применяются машинные информационно-вычислительные системы обработки исходных и оперативных данных для расчетов плановых показателей и получения необходимых аналитических и отчетных сводок.

Системный подход в управлении заключается в том, что деятельность всех коллективов исполнителей рассматривается как единый комплекс взаимосвязанных и взаимозависимых операций, направленных на достижение конечной цели. Коллективы исполнителей, независимо от ведомственной принадлежности и территориального расположения, рассматриваются как звенья единой организационной системы. Планирование всех параметров и оценка результатов производится исходя из влияния их на параметры и конечные результаты всего комплекса операций, т.е. на функционирование всей организационной системы.

#### *Сетевая модель в системах СПУ*

В качестве информационной динамической модели, отображающей процесс выполнения комплекса операций и его конечную цель (цели), в системах СПУ используется сетевая модель. Она служит для [7; 81]:

- отображения в наглядной форме взаимосвязи и последовательности выполнения работ;
- расчета обоснованных планов-графиков выполнения работ;
- анализа возможных вариантов достижения заданного результата и выбора среди них оптимального по некоторому критерию, а также для прогнозирования эффективности предполагаемых решений и влияния на ход разработки возможных изменений технико-экономических показателей отдельных операций;
- осуществления контроля, сбора и обработки информации о фактическом ходе выполнения работ.

Сетевая модель может быть изображена в виде ориентированного графа, состоящего из стрелок (работ) и кружков (событий), называемого сетевым графиком (сетью). Сетевым графиком позволяет не только спланировать процесс выполнения комплекса работ, но и оптимизировать его по некоторому критерию (время или затраты) и управлять протеканием этого процесса, перебрасывая необходимые ресурсы на актуальные участки.

Пример сетевого графика показан на рисунке 1.

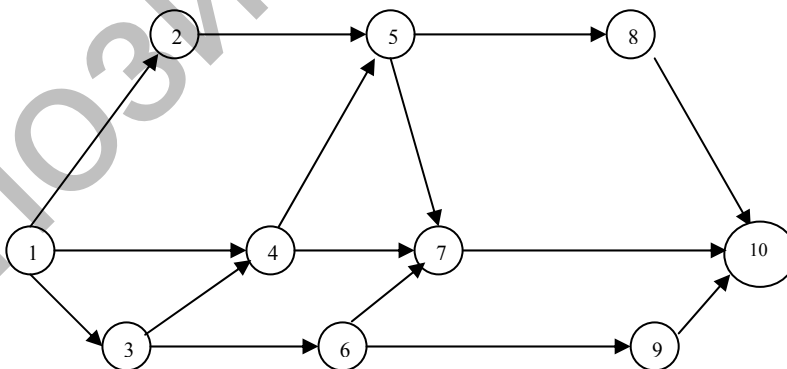


Рисунок 1. Сетевой график

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

- действительная работа, т.е. трудовой процесс, требующий затрат времени и ресурсов, например: проектирование рабочих чертежей какого-либо узла, процесс его изготовления, расчет кинематической схемы этого узла, процесс его испытаний или составление спецификации материалов, необходимых для изготовления входящих в него деталей, и т.д.;

- «ожидание» — работа, не требующая затрат труда, но занимающая время (например, процесс твердения бетона и т.п.);
- «зависимость», или «фиктивная работа», т.е. логическая связь между двумя или несколькими событиями, не требующая ни затрат времени, ни ресурсов, но указывающая, что возможность начала одной работы непосредственно зависит от результатов другой.

Обычно действительные работы и ожидания изображаются на сетевом графике сплошными стрелками, а фиктивные — пунктирными.

Кружками отображают конечные результаты работ, подразумевая под этим результатом необходимое условие для возможности начала следующей работы. Этот факт принято называть термином «событие». Кружки нумеруются, и всякая работа, изображенная на сетевом графике, может быть закодирована шифрами ее начального и конечного событий. Работа является процессом или действием, которое нужно совершить, чтобы перейти от начального события к конечному.

Продолжительность работы, как и любого процесса, может быть измерена количественно в единицах времени: часах, днях, неделях, месяцах и т.д. Работа может иметь и другие количественные оценки (показатели), характеризующие ее трудоемкость, стоимость, материальные ресурсы, необходимые для ее выполнения, и т.д. Кроме того, каждая работа должна иметь определение, раскрывающее содержание. Необходимо правильно формулировать определения событий, т.е. возможно точнее обозначать, чем должна заканчиваться каждая работа, включенная в сетевой график.

В сети существуют, по крайней мере, два особых события: исходное и завершающее.

Определение исходного события представляет собой формулировку условия для начала работ по выполнению данного комплекса операций, например: «Решение о подготовке серийного производства изделия А принято». Исходное событие характерно тем, что оно не является следствием или результатом ни одной из работ, входящих в данную сеть, т.е. оно не имеет предшествующих работ и событий. Поэтому на сетевом графике в него не входит ни одной стрелки.

Определение завершающего события представляет собой формулировку конечной цели данного комплекса операций. Пример завершающего события: «Акт о сдаче завода N в эксплуатацию подписан». Завершающее событие характерно тем, что оно не является условием начала ни одной из работ, входящих в данную сеть, т.е. оно не имеет последующих за ним работ и событий. Поэтому на сетевом графике из него не выходит ни одной стрелки.

Любая последовательность работ в сети, в которой конечное событие каждой работы совпадает с начальным событием следующей за ней, называется путем. Если известна продолжительность каждой работы  $t(i, j)$ , то для каждого пути может быть вычислена его длина (продолжительность)  $t(L)$ .

Длина любого пути равна сумме продолжительностей составляющих его работ.

Длина критического пути  $t_{кр}$  определяет общую продолжительность работ по объекту в целом.

Необходимость в укрупнении сетей возникает в тех случаях, когда:

1) сетевой график становится малообозримым из-за большого числа входящих в него работ и событий;

2) планирование производится на различных уровнях иерархии.

Решая эту задачу, необходимо соблюдать ряд правил.

Правило первое: группа взаимосвязанных работ может быть заменена одной работой, если эта группа имеет фиксированные входное и выходное события. На укрупненном сетевом графике они могут быть представлены как начальное и конечное события данной новой работы.

Второе правило — входные и выходные события для сетей различных уровней должны быть одинаковы.

Третье правило — нельзя вводить в укрупненную сеть какие-либо события, которых нет.

#### *Основные методы оптимизации сетевых моделей во времени*

После того как сетевой график построен, его необходимо оптимизировать. Следует признать, что само слово «оптимизация» в данном случае не является удачным, так как в рамках разработки сетевого графика проекта не ставится задача оптимизации в истинном смысле этого слова. Этот процесс точнее было бы назвать перепланированием или приведением параметров сетевого графика к заданным ограничениям. Довольно часто случается, что сетевой график (его параметры) не соответствует имеющимся ограничениям либо по времени, либо по ресурсам. Поэтому оптимизация может проводиться по следующим параметрам:

- а) время;
- б) ресурсы:
  - трудовые,
  - материальные,
  - денежные;
- в) время и стоимость.

Приоритет отдается оптимизации по времени, так как от этого зависит оптимизация по другим параметрам.

Оптимизация сетевого графика по времени производится в том случае, если продолжительность работ по графику больше или меньше директивной продолжительности [8–10].

Существует несколько методов оптимизации по времени:

- сокращение продолжительности критических работ;
- расчленение критических работ и их запараллеливание;
- изменение топологии сети за счет изменения технологии работ.

#### *Метод сокращения продолжительности критических работ*

Сокращение продолжительности критического пути при использовании этого метода достигается за счет перераспределения ресурсов с не критических работ на критические. Этот метод оптимизации сети может применяться, если, например, продолжительность критического пути равна 24 дням и проект необходимо закончить за 20 дней.

В сетевом графике (рис. 2) над работами 2–4 и 3–4 в скобках указано количество трудовых ресурсов, занятых на них до проведения оптимизации (рабочие, выполняющие эти работы, имеют одну и ту же специальность).

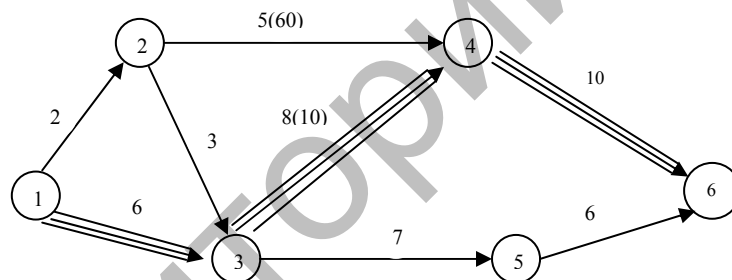


Рисунок 2. Сетевой график до оптимизации

Если сократить продолжительность работы 3–4 на четыре дня и переключить на нее 18 человек с работы 2–4, сетевой график примет следующий вид (рис. 3).

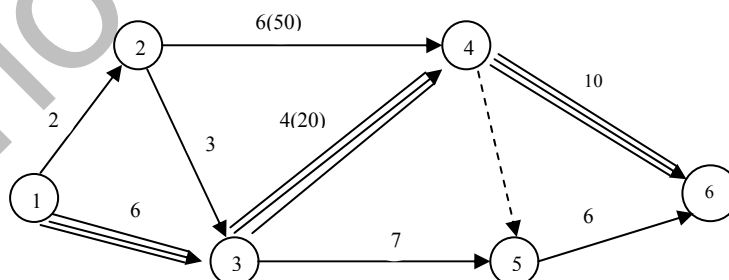


Рисунок 3. Сетевой график после оптимизации за счет перераспределения ресурсов

После оптимизации графика продолжительность его критического пути вместо 24-х составит 20 дней.

В данном случае сокращение продолжительности критического пути достигнуто за счет перераспределения ресурсов, имеющихся внутри проекта. Однако того же результата можно достичь и с помощью привлечения ресурсов со стороны.

*Метод расчленения критических работ и их запараллеливание*

Для оптимизации сетевого графика этим методом необходимо тщательно проанализировать все работы критического пути.

Рассмотрим сетевой график, изображенный на рисунке 4.

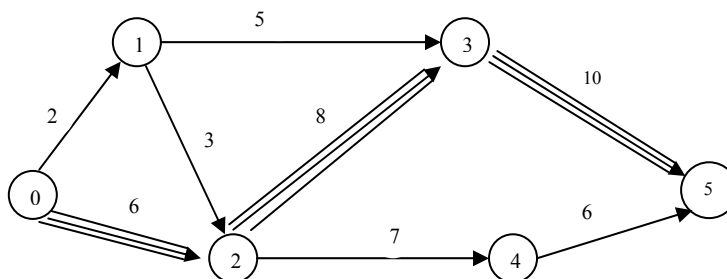


Рисунок 4. Сетевой график до оптимизации

После тщательного анализа этого графика можно установить, что работу 3–5 можно начать через четыре дня после начала работы 2–3, но при этом первую половину работы 3–5 необходимо закончить к моменту завершения работы 2–3 (рис.5).

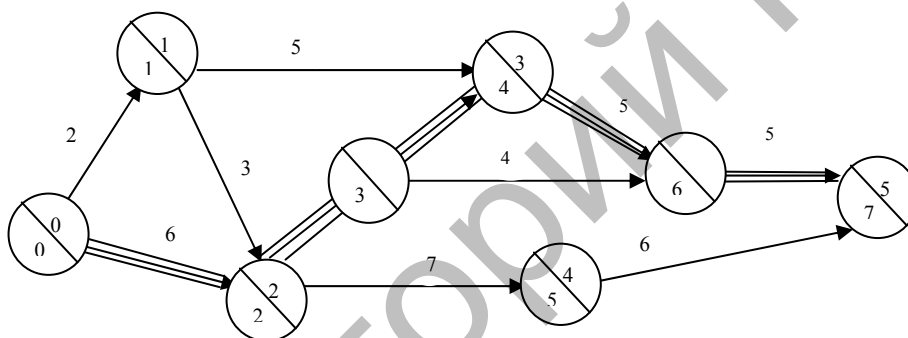


Рисунок 5. Сетевой график после оптимизации за счет расчленения и запараллеливания работ

Как видно из рисунка, в верхней части каждого события указан его номер до оптимизации, в нижней — после оптимизации. В результате применения метода расчленения и запараллеливания работ общая продолжительность работ 2–3 и 3–5 сократилась с 18 до 14 дней. Таким образом, общая продолжительность всей работы, т.е. продолжительность критического пути, составила 20 дней.

Следует отметить, что применение рассматриваемого метода, как правило, позволяет сократить продолжительность выполнения работ по проекту примерно на 15–20 %.

*Метод изменения топологии за счет изменения технологии работ*

Этот метод основан на изменении зависимостей между работами. Для этого вернемся к сетевому графику, представленному на рисунке 4. Допустим, руководителю работы 3–5 необходимо увеличить продолжительность своей работы с 10 до 12 дней. Кроме того, после окончания работ 2–3 и 3–5 необходимо добавить еще один день для проверки результатов этих работ. Руководитель работы 2–3 также потребовал увеличить время выполнения его работы (с 8 до 12 дней). Руководитель проекта посчитал целесообразным удовлетворить требования руководителей работ 3–4 и 2–3 и увеличить продолжительность этих двух критических работ в общей сложности на семь дней, изменив при этом технологию работ.

После оптимизации, за счет изменения технологии работ, график будет иметь следующий вид (рис. 6).

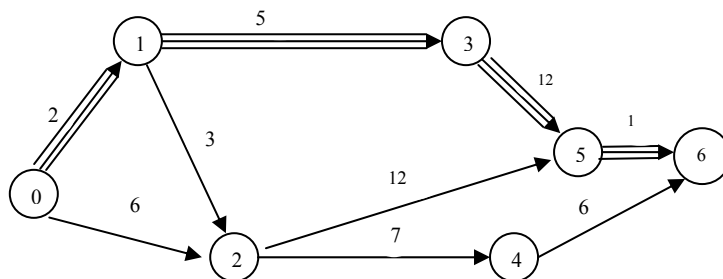


Рисунок 6. Сетевой график после оптимизации, за счет изменения технологии работ

Как видно из рисунка, продолжительность критического пути составляет 20 дней. Рассмотренный пример оптимизации сетевого графика методом изменения технологии работ говорит о том, что необходимо внимательно относиться к составлению сетевых графиков, так как в самом процессе их разработки заложены огромные возможности по сокращению продолжительности проектов.

Следует иметь в виду, что если ни один из указанных методов не позволяет привести параметры сетевого графика к заданным ограничениям, то необходимо изменить эти ограничения.

### Список литературы

- 1 Монахов А.В. Математические методы анализа экономики. — СПб.: Питер, 2002. — 176 с.
- 2 Трояновский В.М. Математическое моделирование в менеджменте: Учеб. пособие. — М.: Русская Деловая Литература, 1999. — 240 с.
- 3 Ричард Томас. Количественные методы анализа хозяйственной деятельности: Пер. с англ. — М.: Изд-во «Дело и Сервис», 1999. — 432 с.
- 4 Большаков А.С. Моделирование в менеджменте: Учеб. пособие. — М.: Информ.-издат. дом «Филинь», Рилант, 2000. — 464 с.
- 5 Федосеев В.В., Гармаш А.Н., Дайтбегов Д.М. и др. Экономико-математические методы и прикладные модели: Учеб. пособие. — М.: ЮНИТИ, 1999. — 391 с.
- 6 Разумов И.М., Белова Л.Д., Ипатов М.И., Проскуряков А.В. Сетевые графики в планировании: Учеб. пособие. — М.: Высш. шк., 1975. — 215 с.
- 7 Цеховой А.Ф., Винницкая М.А., Климова Т.Г., Карлинская М.А. Управление проектами: основы теории и практики: Учеб. изд. — Алматы: Акбар, 2010. — 200 с.
- 8 Карасев А.И., Кремер Н.Ш., Савельева Т.И. Математические методы и модели в планировании: Учеб. пособие. — М.: Экономика, 1987. — 240 с.
- 9 Мельник М.М. Экономико-математические методы и модели в планировании и управлении материально-техническим снабжением: Учебник. — М.: Высш. шк., 1990. — 208 с.
- 10 Холод Н.И., Кузнецов А.В., Жихар Я.Н. и др. Экономико-математические методы и модели: Учеб. пособие. — Минск: БГЭУ, 1999. — 413 с.

К.М.Каренов

### Желілік модельдерді уақыт тұрғысынан оңтайландырудың ілімдік және әдістемелік негіздері

Жоспарлау мен басқарудың желілік тәсілдерін қолданудың негізгі ілімдік және практикалық мәселелері баяндалған. Жоспарлау мен басқарудың желілік жүйелерін математикалық, ақпараттық, техникалық және ұйымдық-экономикалық тұрғысынан қамтамасыз ету жөніндегі негізгі деректер келтірілген. Олардың қазіргі заманғы қолданбалы математиканың басқа тәсілдерімен салыстырғандағы артықшылықтары көрсетілген. Желілік модельдерді уақыт тұрғысынан оңтайландырудың негізгі тәсілдері қарастырылған. Сындарлы жұмыстар ұзақтығын қысқарту тәсілінің мәні ашылған. Сындарлы жұмыстарды бөлшектеу және оларды бір мезгілде параллель орындау тәсіліне көңіл бөлінген. Жұмыстардың технологиясын өзгерту есебінен топологияны өзгерту тәсілі түріндегі желілік графикті оңтайландыру тәсіліне сипаттама берілген.

## Essence, features and management principles in a services sector

The main questions of the theory and practice of application of network methods of planning and management are stated. A specification on mathematical, information, technical and organizational and economic support network systems of planning and management is given. Their advantages in comparison with other methods of modern applied mathematics are shown. The main methods of optimization of network models on time are considered. The essence of a method of reduction of duration of critical works reveals. The attention is paid to a method of a partition of critical works and their paralleling. The characteristic is given to such way of optimization of the network schedule as a method of change of topology at the expense of change of technology of works.

УДК 334.764.47:338.24(574)

Ж.А.Муратбекова

*Карагандинский государственный университет им. Е.А.Букетова*

## Организационные структуры управления предприятиями топливно-энергетического комплекса Казахстана

Рассмотрены формы корпоративных отношений, возникающие в современной казахстанской экономике. Подчеркнуто, что предприятия топливно-энергетического комплекса, в том числе и нефтегазового сектора, относятся к системе жизнеобеспечения экономики страны. Показано, что эффективность управления в таких системах прежде всего зависит от соответствия его структуры заданным функциям. Проанализирована организационная структура гипотетической нефтегазовой ассоциации, которая включает предприятия и организации, сохраняющие самостоятельность и права юридического лица. Доказано, что вертикально интегрированная нефтяная компания в форме акционерного общества является наиболее эффективной формой организации в нефтегазодобывающей отрасли. Отмечено, что в последние годы тенденция создания в нефтяном комплексе холдинговых компаний начинает преобладать и соответствовать ситуации в мировой нефтяной промышленности.

*Ключевые слова:* капитал, холдинг, структура, управление, комплекс, акционирование, ассоциация, компания, создание, модель.

### *Объединения крупного капитала*

В настоящее время широкое распространение получает практика укрупнения капитала. Активная экономическая политика страны без прямого непосредственного вмешательства государства возможна только при наличии крупных промышленно-финансовых структур, способных самостоятельно обеспечить сбалансированность экономики и выход производства на новый технологический уровень развития. Основная выгода создания крупных интегрированных структур заключается в преимуществах объединения капитала в сфере технологического развития, маркетинга, рекламы, продвижения товара к потребителю, снижения коммерческих расходов [1–5].

В современной казахстанской экономике возникают такие формы корпоративных отношений, как холдинговые компании, финансово-промышленные группы, ассоциации, консорциумы, синдикаты, тресты [6; 36–38]:

1. Холдинговая компания образуется, когда одноакционерное общество овладевает контрольными пакетами акций других акционерных фирм с целью финансового контроля за их работой и получения дохода на вложенный в акции капитал. Различают два типа холдингов: чистый холдинг, когда через систему участия в акционерном капитале других фирм компания получает доходы, и смешанный, когда холдинговая компания занимается самостоятельной предпринимательской деятельностью и одновременно, с целью расширения сферы влияния, организует новые зависимые фирмы.