

### СТОИМОСТНОЙ АНАЛИЗ ПРОЕКТОВ РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Определение структуры целей технологических новаций относится к сфере стратегических решений. Стратегия научно-технического развития предприятий включает в себя вопросы целенаправленного поиска направлений технологического развития и реализации новаций. Необходимым элементом формирования стратегии научно-технологического развития предприятий являются методы обоснования технологических новаций (ТН). От этих методов зависят постановка целей для новаций, распределение затрат на исследования и разработку новаций, способы оценки реализации новаций, образование фондов экономического стимулирования за новую продукцию и технологию, социально-экономические результаты внедрения ТН.

Планирование структуры ТН предполагает учёт возможного распределения соответствующих ресурсов, находящихся в распоряжении предприятия. При распределении ресурсов и, в первую очередь, затрат на реализацию проектов в рамках ТН учитываются общая направленность стратегии развития и перспективы изменений в продукции и технологии в целом.

Таким образом, разработке проекта создания (реформирования) сложной системы (производственной, организационной, транспортной и т.д.) предшествует анализ состояния производства на начальном этапе, в ходе которого определяются ориентировочные характеристики системы: финансовые и временные затраты на её проектирование и реализацию, сроки окупаемости, рамочная структура (архитектура), принципы функционирования (поведения) и др. Начальный этап анализа называют также технико-экономическим обоснованием, прединвестиционным исследованием. Поскольку на начальном этапе реальной системы ещё не существует, то проработка ведётся на уровне различных моделей. Другими словами, базовыми методами обоснования являются аналитическое и имитационное моделирование.

Различают четыре последовательные стадии моделирования на начальном этапе обоснования

1. Целеполагание – формулирование целей, определяющих назначение создаваемой (формируемой) системы, а также целей, которые должны быть достигнуты при выполнении проекта.
2. Когнитивное (познавательное) моделирование – идентификацию факторов,

влияющих на развитие ситуации в системе, задание (на основе опроса экспертов) взаимосвязей между факторами, прогнозирование тенденций развития ситуации и т.д.

3. Операционное моделирование – построение сценариев достижения поставленных целей на основе множества операций, выполняемых в определённом порядке.

4. Потокосовое моделирование – отображение потоков (финансовых, информационных, материальных, энергетических), подаваемых на вход системы, распространяемых внутри системы, снимаемых с её выхода.

Целеполаганию и операционному моделированию посвящён цикл работ [1]. В настоящей работе обсуждается интеграционный подход к аналитическому моделированию на базе формального аппарата теории графов и её приложений [ 2 ]

Известные из литературы потокосовые модели создавались, в основном, под определённые классы систем. Примером могут служить модели гибких автоматизированных производств (робото-технологических комплексов, участков, цехов в машиностроении); модели бизнес-систем, представляемых блочными структурами с реализацией в каждой блоке своего жизненного цикла преобразования элементов потоков и др. Каждая такая модель была ориентирована на собственные инструментальные средства, что создавало серьёзные трудности

Используется универсальная сетевая модель, которая может быть применена для отображения путей и потоков в сети, представляющей проект развития промышленного предприятия (ПРПП) как различные этапы его реализации. Модель и основанные на ней методы описания и анализа путей и потоков поддерживаются универсальным инструментарием теории графов, сетевым представлением

Предлагаемые модели анализа ПРПП с использованием ТН представляет собой структуру, состоящую из двух взаимосвязанных частей, базирующихся на изображении некоторой сетью как проекта, так и показателей эффективности, связанных с отдельными требованиями, внешними по отношению к проекту ТН как системе, и с сетью, описывающей сам проект.

Рассмотрим последовательно модели, обеспечивающие анализ ПРПП с использованием ТН с этих позиций.

В рамках общего сетевого подхода реализация ПРПП как последовательность событий и работ может быть представлена ориентированной сетью.

Исходя из этого, ПРПП есть частично упорядоченное множество работ, причём эта частичная упорядоченность возникает из технологических ограничений, требующих, чтобы одни работы были закончены, прежде чем начнутся некоторые другие

Предполагается, что каждой работе соответствует нормальное время ее выполнения и аварийное время её выполнения и что стоимость выполнения данной работы линейно меняется в промежутке между этими двумя сроками. Тогда желательно подсчитать наименьшую стоимость проекта при условии, что весь проект должен быть завершён в заданный промежуток времени. Это дало бы одну точку на кривой стоимости проекта. Решая эту задачу для всех допустимых промежутков времени, получаем полную кривую стоимости проекта. Имея эту информацию, можно ответить на вопросы: выделять ли определенные ассигнования; каков наиболее ранний срок завершения проекта и т.д.

Решение задачи по определению кривой стоимости ПР можно получить на основе модели потоков в сетях [2]

Модель ПР ПП может быть представлена ориентированной сетью. Рассмотрим построение такой сети на примере.

Предположим, например, что проект состоит из работ 1, 2, 3, 4, 5 и что единственными отношениями порядка являются

1 предшествует 3, 4,

2 предшествует 4;

3, 4 предшествует 5,

и вытекающие из них по транзитивности. Обычный способ изображения этого частично упорядоченного множества показан на рисунке 1, где некоторые из дуг изображают работы, а узлы можно понимать как события во времени. Существование любого узла означает, что все направленные в этот узел работы должны быть завершены, прежде чем могут быть начаты работы, направленные из него. Заметим, что во втором из этих представлений проекта встречаются и дуги (нанесённая пунктиром дуга на рис. 1), не соответствующие никаким работам. Это вполне допустимо, так как к проекту можно добавить фиктивную работу, соответствующую такой дуге, и сделать предположение, что фиктивные работы имеют нулевое время выполнения и нулевую стоимость. Необходимо заметить, что, допуская фиктивные работы, можно таким образом представить любой проект.

Пользуясь представлением проекта в виде сети, можно показать, что задача вычисления кривой стоимости есть задача о потоке. Таким образом, предполагаем, что дана ориентированная сеть, дуги которой соответствуют работам, а узлы – событиям. Эта сеть не содержит направленных циклов. При этом можем также считать, добавив, если нужно, начальный и конечный узлы  $s$  и  $t$  вместе с подходящими дугами, направленными из  $s$  в  $t$ , что каждая дуга содержится в некоторой направленной цепи из  $s$  в  $t$ .

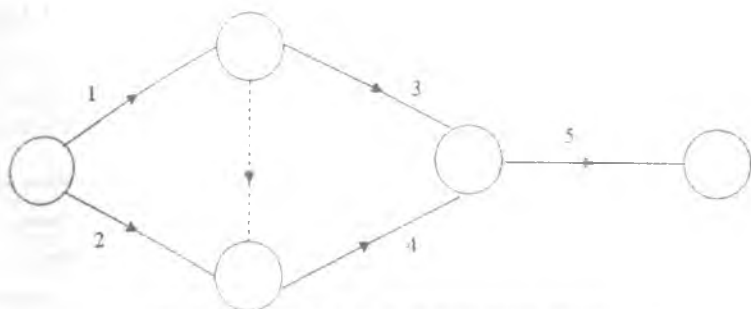


Рис. 1. Сетевая модель представления работ ПРПП

Каждой дуге  $(x, y)$  поставлены в соответствие три неотрицательных целых числа:  $a(x, y)$ ,  $b(x, y)$  и  $c(x, y)$ , причем  $a(x, y) \leq b(x, y)$ . Эти числа интерпретируются так:  $a(x, y)$  – аварийное время выполнения работы  $(x, y)$ ;  $b(x, y)$  – нормальное время её выполнения;  $c(x, y)$  – убывание стоимости выполнения этой работы на единицу возрастания времени от  $a(x, y)$  до  $b(x, y)$ . Иными словами, стоимость выполнения работы  $(x, y)$  за  $\tau(x, y)$  единиц времени определяется известной функцией

$$k(x, y) - c(x, y) \tau(x, y) \quad (1)$$

на промежутке

$$a(x, y) \leq \tau(x, y) \leq b(x, y). \quad (2)$$

Пусть дано, что проект нужно закончить за  $T$  единиц времени. Тогда задача состоит в выборе для каждой работы  $(x, y)$  времени  $\tau(x, y)$ , удовлетворяющего неравенствам (2), при котором стоимость проекта

$$\sum_{x, y} [k(x, y) - c(x, y) \tau(x, y)] \quad (3)$$

была бы минимальной, или функция

$$\sum_{x, y} c(x, y) \tau(x, y) \quad (4)$$

принимала бы максимальное значение. Итак, если обозначить через  $\tau(x)$  неизвестное время осуществления события  $x$ , то нужно максимизировать функцию (4), подчинённую неравенствам

$$\tau(x, y) + \tau(x) - \tau(y) \leq 0, \quad (5)$$

$$-\tau(s) + \tau(t) \leq T, \quad (6)$$

$$\tau(x, y) \leq b(x, y). \quad (7)$$

$$-\tau(x, y) \leq a(x, y) \quad (8)$$

После этого стоимость проекта  $C(T)$ , соответствующая данному значению  $T$  в (6), определяется по формуле

$$C(T) = \sum_{x \in T} k(x, y) = \max \sum_{x \in T} c(x, y) \tau(x, y), \quad (9)$$

где максимум берется по всем  $\tau(x, y)$ ,  $\tau(x)$  при указанных ограничениях

Предполагаем, что эти ограничения допустимы, что, конечно, будет верно при больших  $T$ . Действительно, для данной функции  $\tau(x, y)$ , удовлетворяющей условиям (7) и (8), ограничения допустимы в том случае, если  $T$  не меньше  $\tau$  – самой длинной цепи из  $s$  и  $t$ . Доказательство этого опирается на тот факт, что сеть проекта не содержит направленных циклов.

#### Библиографический список

1. Устинов В.А. Управление научно-техническим прогрессом на предприятии. – М. ГАУ им. С.Орджоникидзе. 1991 – 62 с.
2. Кристофидис Д. Теория графов. – М. Мир. 1978. – 432 с.