

УДК 658.513.4

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ ГРАФОВ

Михалкина В. В., Саттарова К. Т., Проничев Н. Д.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика  
С. П. Королёва (национальный исследовательский университет), г. Самара

Модель, которая была разработана в рамках проводимого исследования, применяется для календарного планирования процесса производства сборочной единицы. В неё входят восемь элементов, которые также производятся на анализируемом промышленном предприятии. Каждая из деталей, входящих в сборочную единицу, имеет различную продолжительность производственного цикла, а также различен размер их партии.

Основными данными, заложенными в модель, являются размер партии каждой детали, размер партии сборочной единицы, длительность изготовления каждой детали. В ходе построения модели удалось проследить и проанализировать, за какое время детали запускаются (должны запускаться) в обработку, какое время уходит на изготовление партии деталей каждого наименования и в какой момент они приходят на сборку.

Исходя из проведённых исследований, мы можем отметить, что длительность производственного процесса сборочной единицы слишком растянута во времени, возникает пролеживание деталей, которое необходимо сократить. Для решения изложенных проблем, была построена сетевая модель в виде ориентированного графа, вершины которого являются событиями, а дуги – работами. Сетевая модель, включающая в себя информацию о продолжительности обработки каждого наименования деталей, входящих в сборочную единицу, длительности самой сборки, допустимом запасе времени, представлена на рисунке 2. Временные параметры, указанные в вершинах графа, представлены на рисунке 1. Число путей в данном сетевом графике равняется 8. Эти пути с равной продолжительностью являются критическими, так как наибольшее время, требуемое для производства сборочной единицы, также равно 34 рабочим дням.

Затем представленный граф был дополнен временными параметрами (время обработки/сборки) с учётом того, что существует раннее время выполнения и максимальное (по плану с учётом резервов времени). Как уже отмечалось ранее, событие не может наступить прежде, чем завершаться все предшествующие работы. Поэтому ранний срок  $t_p(i)$  свершения  $i$ -го события определяется минимальной продолжительностью предшествующих работ (в данном случае это  $t_{um}$  для партии деталей), а поздний срок совершения события равен или, иными словами, не должен превышать запланированного времени выполнения работ по календарному плану.

$$t_p(i) = \min t(L_{ni}), \quad (1)$$

где  $L_{ni}$  – любой путь, предшествующий  $i$ -му событию, то есть путь от исходного до  $i$ -го события сети.

Поздний срок совершения события равен:

$$t_n(i) = \max t(L_{ni}). \quad (2)$$

Резерв времени  $R(i)$   $i$ -го события определяется как разность между поздним и ранним сроком его совершения:

$$R(i) = t_n(i) - t_p(i), \quad (3)$$

где  $t_p(i)$  – ранний срок наступления события  $i$ , минимально необходимый для выполнения всех работ, которые предшествуют  $i$ , в раб. днях.;  $t_n(i)$  – поздний срок наступления события  $i$ , превышение которого вызовет аналогичную задержку наступления завершающего события сети, в раб. днях;  $R(i)$  – резерв события  $i$ , т.е. время, на которое может быть отсрочено наступление события  $i$  без нарушения сроков завершения проекта в целом, в раб. днях.

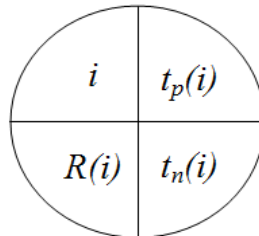


Рис. 1. Отображение временных событий на сетевом графике

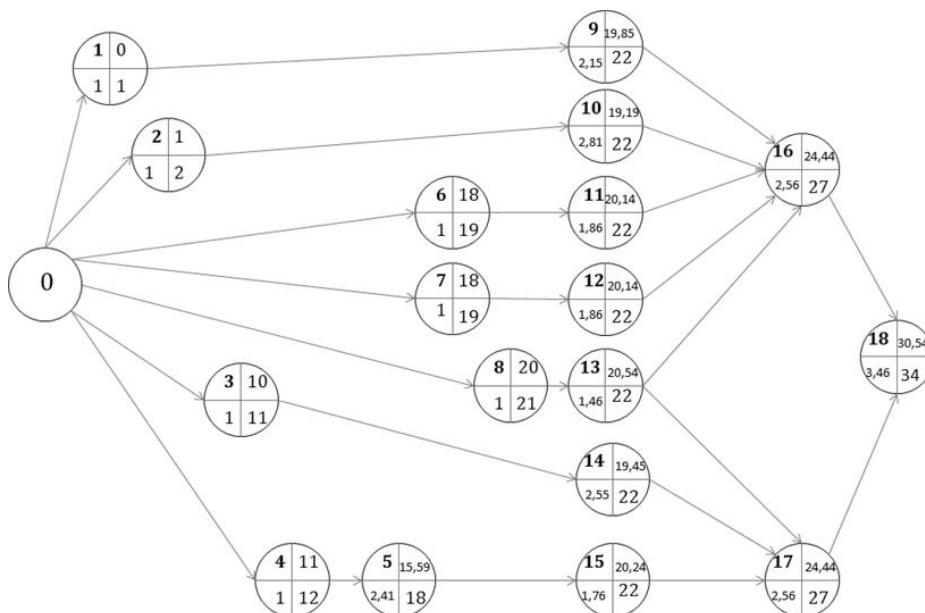


Рис. 2. Упорядоченный сетевой график с временными параметрами

Важным преимуществом данного графа является то, что помимо временных параметров выполнения технологических операций, в нём наглядно отображена длительность перехода от одной операции к другой. Проведя соответствующие математические расчёты, мы смогли определить, что максимальное время выполнения всех работ не должно превышать 34 дней, а самое раннее время окончания работ составило 30,54 дня. Максимальная отсрочка начала выполнения проекта составила 3,46 дня. Данные значения аналогичны данным, полученным в результате построения классического графика календарного планирования. Однако, планирование на основе теории графов позволяет быстро изменить исходные параметры для оценки нового состояния на производственном участке без затрат времени на дополнительный сбор статистических данных и построения громоздких линейных графиков календарного планирования.