

УДК 004.942

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ  
С ПОМОЩЬЮ СЕТЕЙ ПЕТРИ

С. К. КРУТОЛЕВИЧ, С. А. ПРОКОПЕНКО

Белорусско-Российский университет

Могилев, Беларусь

К классу задач оперативно-календарного планирования относятся различные задачи составления расписаний выполнения технологических операций бизнес-процессов различной природы. Задача оперативно-календарного планирования заключается в рациональном распределении выполнения технологических операций во времени и пространстве.

В предлагаемой математической модели центральное место занимает понятие «технологическая операция». В самом общем виде под технологической операцией понимается некий процесс над предметом труда. В качестве предмета труда могут выступать как детали и сборочные единицы на производстве, так и проведение различных мероприятий, например учебных занятий. Операция характеризуется набором числовых характеристик. Для описания технологической операции воспользуемся понятие фрейма.

$$O_{ij} = \{T_{ij}, C_{ij}, Emk, Pl\},$$

где  $O_{ij}$  – имя фрейма;  $i$  – номер технологической операции;  $j$  – номер предмета труда. Имя операции является уникальным в пределах задачи.

В качестве слотов фрейма могут использоваться:  $T_{ij}$  – время выполнения операции;  $C_{ij}$  – производственная себестоимость предмета;  $Emk$  – множество экземпляров  $m$ -вида оборудования или рабочих мест, необходимых для выполнения операции;  $Pl$  – множество персонала, необходимого для выполнения операции.

Все возможные технологические операции для одного предмета труда объединяются в технологический процесс. Технологический процесс удобно представить в виде семантической сети, где операции представляют вершины графа, а дуги отображают последовательность выполнения операций. Пример графа технологического процесса представлен на рис. 1. Каждая операция соответствует вершине графа. Начальных операций может быть несколько. Они характеризуются отсутствием входных дуг. Последняя операция должна быть одна.

Следующим важным параметром оперативно-календарного планирования является партия, множество одинаковых предметов труда (деталей). Возможность управлением количеством деталей в партии является фактором оперативно-календарного планирования.

Время обработки партии из  $n$  деталей определяется по формуле

$$T_{\Pi} = T_{ij} \cdot n + T_{pij},$$

где  $Tr_{ij}$  – время переналадки оборудования на выполнение операции над партией.

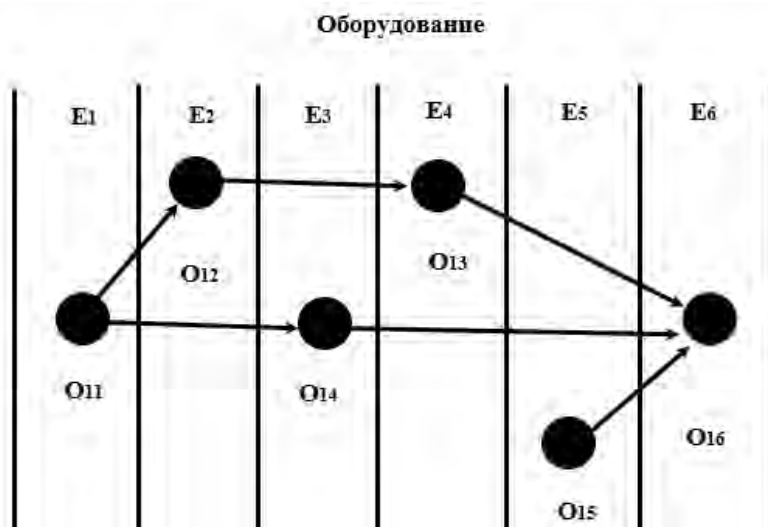


Рис. 1. Вид семантической сети технологического процесса

Себестоимость обработки партии  $j$  деталей на  $i$  операции определяется по формуле

$$C_{pij} = C_{ij} \times n + C_{pij},$$

где  $C_{pij}$  – себестоимость переналадки оборудования на выполнение операции над партией.

В качестве целевой функции используется минимизация себестоимости выполнения всех технологических операций при выполнении плана выпуска.

$$F = \sum_{m=1}^m \sum_{i=1}^i \sum_{j=1}^j C_{pij} \rightarrow \min.$$

В качестве набора ограничений выступают календарное время выпуска партий деталей всех видов и резерв рабочего времени каждой единицы оборудования.

Для решения данной задачи предложено использовать сеть Петри. Алгоритм работы заключается в последовательном распределении партий деталей по технологическим операциям. На каждом шаге производится вычисление целевой функции и набора ограничений. При ухудшении значения целевой функции или нарушения набора ограничений происходит откат на предыдущий шаг и делается новая попытка улучшения планирования. Подробно данный алгоритм описан в [1].

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Modeling of Industrial and Technological Processes in Complex Systems Based on Neuro-Fuzzy Petri Nets / A. V. Bobryakov [et al.] // Journal of Physics. International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon). – Vladivostok, 2021.