

Симонова Л.А., д.т.н., зав.кафедры АиИТ (ИНЭКА),
Костюк И.В., ст.гр.1509 (ИНЭКА).

ДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ЗАГРУЗКИ РАБОЧИХ ЦЕНТРОВ

На предприятиях, работающих в рамках *ERP*-системы (информационная система для идентификации и планирования ресурсов предприятия), при формировании рабочих центров используют экспертный метод. В качестве экспертов привлекаются, как правило, технологи участков и цехов, при этом нет единой системы для группирования оборудования, выпадает верхний уровень иерархии производства, поскольку не учитывается транспортная связь между рабочими центрами[1].

Целью планирования на внутрицеховом уровне является получение плана, оптимального с точки зрения времени обработки одной партии деталей и, таким образом, сведение к минимуму межоперационного пролеживания материалов при равномерной загрузке оборудования.

Для удобства планирования рабочие центры объединяем в группы. Во главе каждой такой группы стоит головной рабочий центр. Рабочие центры, входящие в группу называют подчиненными рабочими центрами. В качестве головных рабочих центров принимаем кластерное оборудование цеха, а производственные участки, входящие в цеха примем за подчиненные рабочие центры.

При разработке технологического маршрута необходимо учитывать наличие транспортных связей и их времена на каждом уровне РЦ. В данной работе предложено решать эту задачу с помощью сетей Петри, которые дают представление о причинно-следственных связях[2].

Динамическая модель процессов в соответствии со стандартом IDEF, автоматически получаемая из функциональной модели, основывается на теории цветных иерархических сетей Петри. В общем виде сети Петри позволяют построить модели сложных систем в виде соответствующих структур, образованных из элементов двух типов - событий и условий [3].

Процессы организационного управления более адекватно описываются в виде иерархических сетей Петри. Это связано с тем, что процесс ОУ можно представить в виде иерархической динамической системы. Разным цветам меток соответствуют разные классы документов. Дальнейшим расширением раскрашенных сетей Петри являются предикатные сети, в которых переходы сетей связываются с логическими формулами.

Разработанные на основе сетей Петри методики позволяют упростить анализ и обработку информации вследствие представления взаимосвязи транспортной системы в соответствии с иерархией рабочих центров. Методики применимы для формирования транспортных связей между складской системой и рабочими участками в рамках ГПС и ГАУ.

Динамическая модель транспортной системы, обеспечивающей связь АСС и рабочих участков, представлена ниже (рис.1). При анализе автоматизированного производства было выявлено, что основными единицами, при изготовлении продукции, на уровне участка, являются: станки, накопители, транспортные средства, склад на уровне участка.

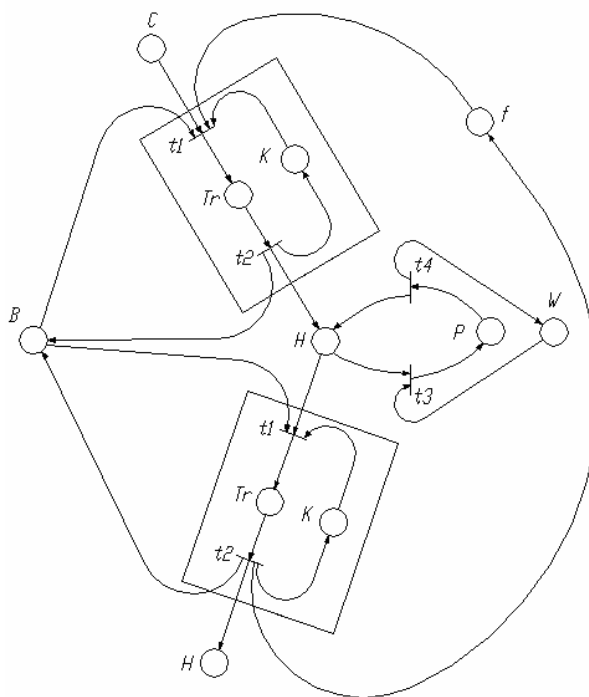


Рис. 1. Транспортные связи между АСС и рабочими участками

Одним из важных составляющих сети Петри является множество позиций: H_i - позиция представляет модель накопителя, которая содержит:

размерность накопителя, номера транспортных партий, ожидающих обработку или перевозку; P_i - позиция представляет модель станка и содержит номер обрабатываемой транспортной партии; f_i - позиция доступности накопителя, то есть наличие на нём свободных мест; W_i - позиция доступности станка, определяет: обрабатывается ли на станке транспортная партия; C – позиция передачи транспортных партий на станок и со станка; Tr_i - позиция обработки детали; K_i - позиция определяет доступность позиции Tr_i ; B_j - позиция содержит доступные для перевозки транспортные средства.

Каждая позиция содержит номера дуг, связывающих ее с входными и выходными переходами. Так как для моделирования используются цветные сети Петри, которые подразумевают, что переходы проверяют выполнение того или иного условия.:

$t1_i$ - переход проверяет: время отгрузки оснастки; наличие свободного места в накопителе; время перемещения транспортного средства в место загрузки.

$t2_i$ - переход проверяет выполнение условия перемещения в место отгрузки.

$t3_i$ - переход проверяет свободен ли станок.

$t4_i$ - переход проверяет завершение обработки транспортной партии.

По переходам перемещаются следующие типы фишек:

а) $F1$ – определяет транспортную партию: индекс транспортной партии, основное время обработки детали, размер транспортной партии, выполненные операции над данной транспортной партией;

б) $F2$ – определяет транспортное средство и следующую информацию: номер заказа, за которым закреплено транспортное средство; индекс транспортной партии, которую он перевозит.

При формировании транспортных связей между рабочими центрами на уровне участка цеха динамическая модель примет следующий вид (рис.2).

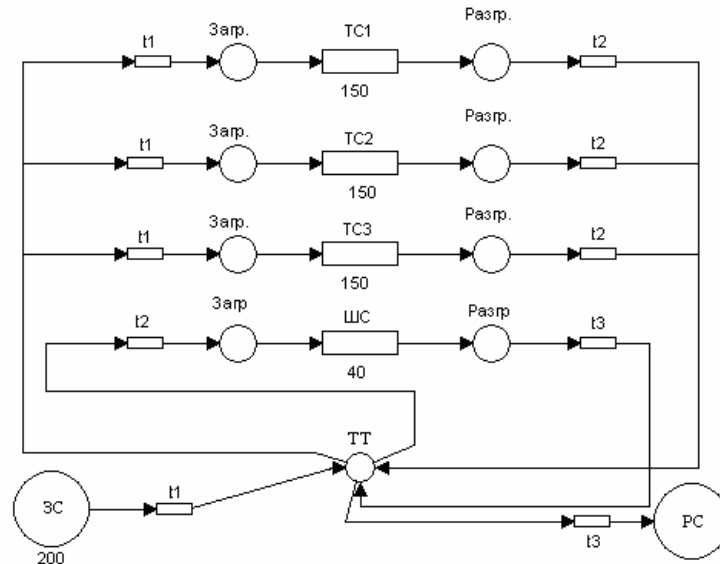


Рис.2. Динамическая модель транспортировки между
рабочими центрами ГПУ

TC_i, ШС - токарные и шлифовальные станки; ЗС, РС - загрузочный и разгрузочный стол; ТТ - транспортная тележка.

В системе используются следующие виды фишек:

1. Фишки, определяющие транспортную партию: выполненные операции над данной партией, количество и т.д.
2. Фишки, определяющие местоположение транспортного средства

В динамической модели используется три типа переходов:

- t_1 – переход, выполняющий транспортировку заготовок;
- t_2 – переход, выполняющий транспортировку детали, обработанной на токарном станке;
- t_3 – переход, выполняющий транспортировку полностью обработанной детали.

Анализ полученных динамических моделей позволяет получить оптимальный план обработки и разработать методы эффективного программного управления производством. При использовании однотипного оборудования необходимо обеспечить равномерную загрузку и разгрузку этих станков. В разработанную динамическую модель может быть добавлен инструмент поочередной загрузки и разгрузки станков. В дальнейшем алгоритм этого инструмента может быть реализован в виде управляющей процедуры транспортной тележкой.

Динамическая модель такого инструмента представлена на рис. 3.

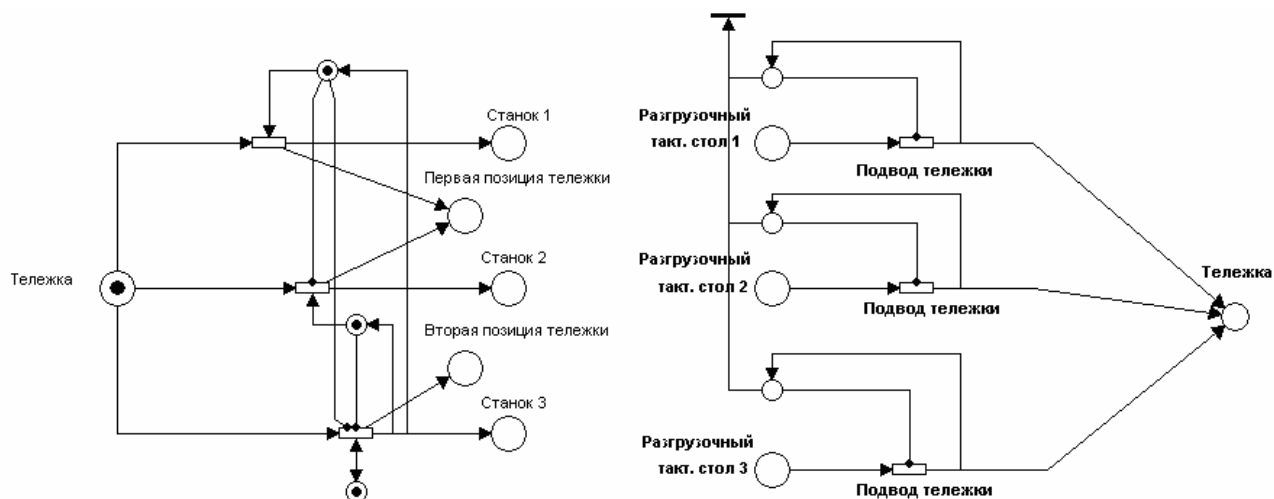


Рис.3. Оптимизация загрузки и выгрузки однотипного оборудования.

Для уменьшения вспомогательного времени, связанного с транспортировкой деталей по участку необходимо использовать оптимальный маршрут движения тележки. Для получения такого маршрута могут быть выделены некоторые приоритетные направления. Основным критерием приоритетности выступает расстояние перемещения тележки, а значит меньшее вспомогательное время на транспортировку. Чем меньше расстояние, тем выше приоритетность направления. Дополнительным критерием является занятость оборудования, к которому осуществляется транспортировка. Для определения текущего положения тележки были добавлены позиции положения транспортной тележки. Для каждой из позиций прикрепляются приоритетные направления, составляется матрица перевозок.

Предложенные оптимизирующие решения проверялись в сравнении двух динамических моделей: без оптимизации(А) и с оптимизирующими внедрениями(Б). В качестве основного критерия использовалось время обработки партии деталей в 200шт. В результате оптимизации время обработки сократилось на 7% или до 337мин.

Табл.1 Коэффициент загрузки оборудования

Станок	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б
	1 Токарный		2 Токарный		3 Токарный		Шлиф-ый	
Время простоя станка, мин	2,3	6,1	7,9	6,66	188,9	38	121,6	58,7
Время обработки партии, мин	370	337	370	337	370	337	370	337
Коэффициент загрузки	99%	98%	98%	98%	49%	89%	67%	83%

Табл.2 Средний коэффициент загрузки оборудования

	Неоптимизированная модель	Оптимизированная модель
Среднее время простоя станков	80 мин	27 мин
Средний коэффициент загрузки	78,34%	91,88%

При моделировании и нахождении оптимального плана разных систем результат может быть разным. Снижение времени обработки в основном зависит от двух параметров: времени вспомогательных операций и времени основных операций. Коэффициент снижения времени равен: $K \sim \frac{T_{всп}}{T_{осн}}$. Чем больше времени затрачивается на вспомогательные операции, тем больший эффект следует ожидать от внедрения оптимального плана обработки.

Литература.

1. Симонова Л.А., Руднев М.П. Интегрированное информационное обеспечение процесса управления технологическими маршрутами в рамках ERP-системы./Камский гос.политехн. ин-т.—М.:Academia,2005.-85с.
2. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем: Пер. с англ. - М.: Мир, 1984. - 263 с.
3. Дмитриев В.И. Опыт внедрения CALS за рубежом, Автоматизация проектирования 1997, #1