

ПЛАНИРОВАНИЕ ЗАГРУЗКИ РАБОЧИХ ЦЕНТРОВ НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Л. А. Симонова, И. В. Костюк (Набережные Челны)

Эффективность современных машиностроительных производств во многом определяется уровнем управления и организации производственных и технологических процессов. Эти требования обуславливают актуальность развития и использования ERP, MES систем управления предприятием, одними из ключевых элементов которых являются модули планирования. От методов решения задач планирования, от адекватности математических моделей систем оперативного планирования зависят точность формируемых плановых заданий и, в последующем, управление объектами производства.

Объектом производства является рабочий центр – определенный производственный участок, включающий одну или более рабочих машин, имеющих идентичные характеристики [1].

Цель планирования на уровне производства – получение плана, оптимального с точки зрения времени обработки партии деталей различных типов, и, таким образом, сведение к минимуму межоперационного пролеживания материалов.

Информация о технологических маршрутах обработки каждого типа деталей поступает из единой ERP-системы управления предприятием. Для распределения технологических маршрутов во времени используется моделирование процесса загрузки всех рабочих центров. Предлагается решать эту задачу с помощью сетей Петри, которые дают представление о причинно-следственных связях. Процессы организационного управления более адекватно описываются в виде иерархических сетей Петри [2]. Это связано с тем, что процесс оперативного управления можно представить в виде иерархической динамической системы.

Разработанные на основе применения сетей Петри методики формирования имитационной модели и ее динамического исполнения [3] позволяют упростить анализ и обработку информации вследствие представления производственного процесса в виде самообучающейся системы.

Имитационная модель производственной системы, обеспечивающая моделирование процесса обработки рабочих центров, представленная на рис. 1, позволяет спрогнозировать загрузку каждого оборудования через любой момент времени на основании информации о производственном процессе.

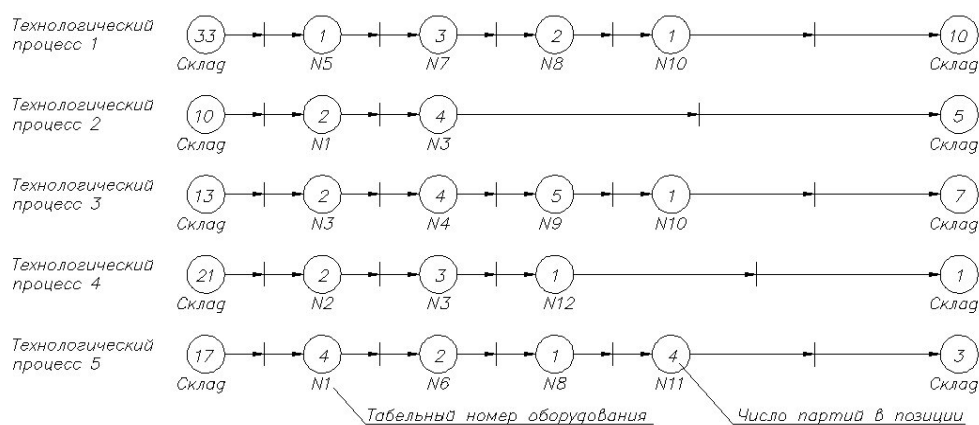


Рис. 1. Имитационная модель производственного процесса

Для имитационного моделирования используются:

метки, соответствующие обрабатываемой партии деталей;
 позиции, соответствующие накопительным столам обрабатывающего оборудования;
 переходы от одной позиции к другой, соответствующие процессу обработки партии деталей на первой позиции (оборудовании).

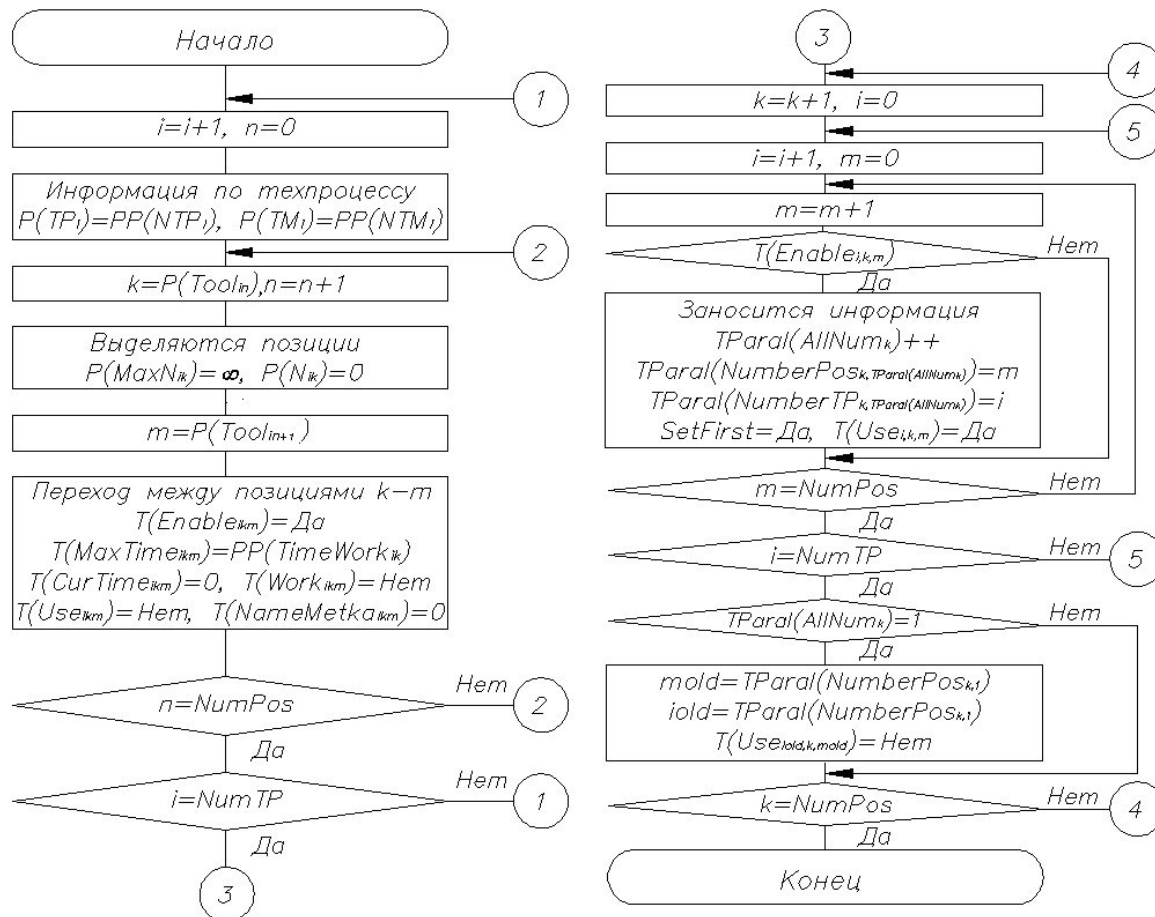


Рис. 2

При составлении имитационной модели для каждого технологического процесса выделяется своя цепочка сетей Петри. Каждому рабочему центру, участвующем в технологическом процессе, соответствует позиция в цепочке сетей Петри. Для каждого перехода назначается время его выполнения (рис. 2).

Для каждого вида оборудования определяется список операций различных технологических процессов, в которых оно задействовано. На основании данного списка в процессе динамического исполнения проверяется возможность запуска каждой операции и технологического процесса обработки, выявляются уже исполняемые процессы.

Далее имитационная модель технологических процессов запускается к исполнению (рис. 3).

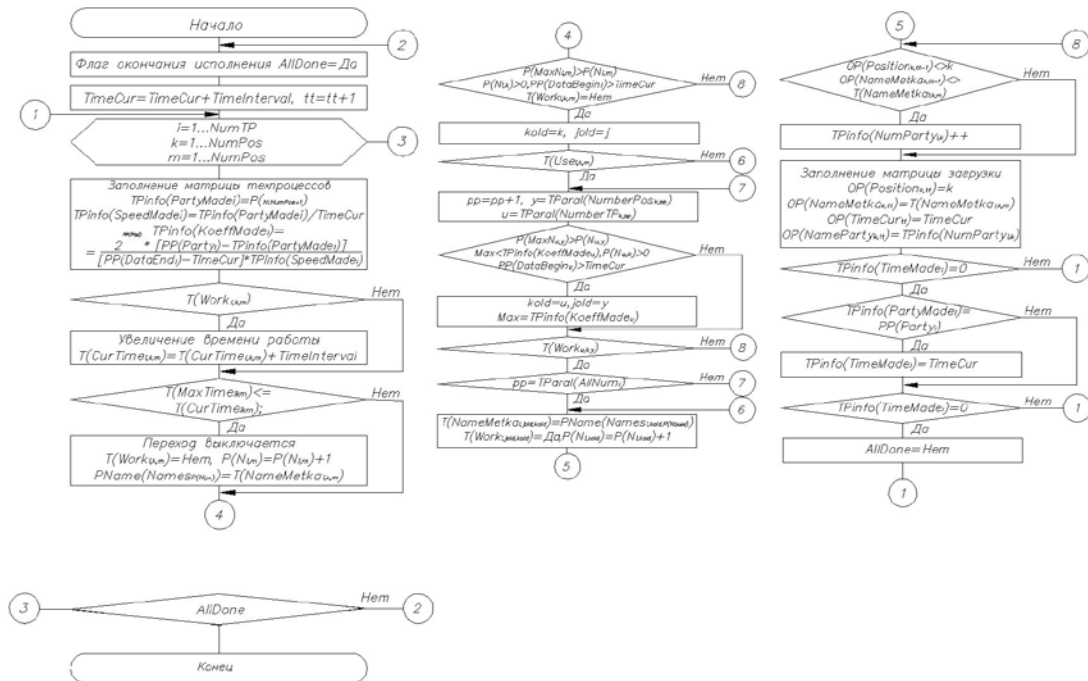


Рис. 3

Процесс исполнения осуществляется итерациями, на каждом шаге которых выполняются действия, описанные ниже.

Первоначально для каждого техпроцесса проверяется возможность запуска перехода из одной позиции в любую другую, т. е. выполнения процесса обработки партии деталей на исходной позиции. Для этого необходимо чтобы:

- в исходной позиции перехода была метка;
- в конечной позиции перехода имелось свободное место для метки;
- во всех других технологических процессах эта позиция не была задействована.

Если сразу несколько операций технологических процессов возможно выполнять на одной позиции, то в качестве критерия выбора выступает коэффициент, учитывающий приоритет техпроцесса, реальную скорость выполнения заказа, объем необработанных партий деталей и оставшееся время до срока выполнения заказа. Значение данного коэффициента пересчитывается в конце каждой итерации и обеспечивает выполнение заказов в срок.

Далее проверяется завершение работы перехода (процесса обработки на исходной позиции). По окончании процесса обработки метка переходит в следующую позицию согласно технологическому маршруту. Иначе переменная времени выполнения перехода увеличивается на константу времени.

В процессе исполнения на каждой итерации информация по выполняемым техпроцессам сохраняется в базе данных. Когда все партии деталей будут обработаны, процесс исполнения останавливается.

Собранная в базе данных информация позволяет определить реальные сроки выполнения заказов и сформировать план загрузки рабочих центров, например, в виде диаграммы Ганта (рис. 4). На диаграмме Ганта по горизонтали показаны интервалы времени, а по вертикали – работы, операции, оборудование. Горизонтальные отрезки отражают длительность выполнения работ. Выбрав по горизонтальной оси текущий момент времени и получив оперативную информацию о ходе производства, можно сопоставить фактическое состояние дел и планировавшееся.

Диаграмма загрузки оборудования

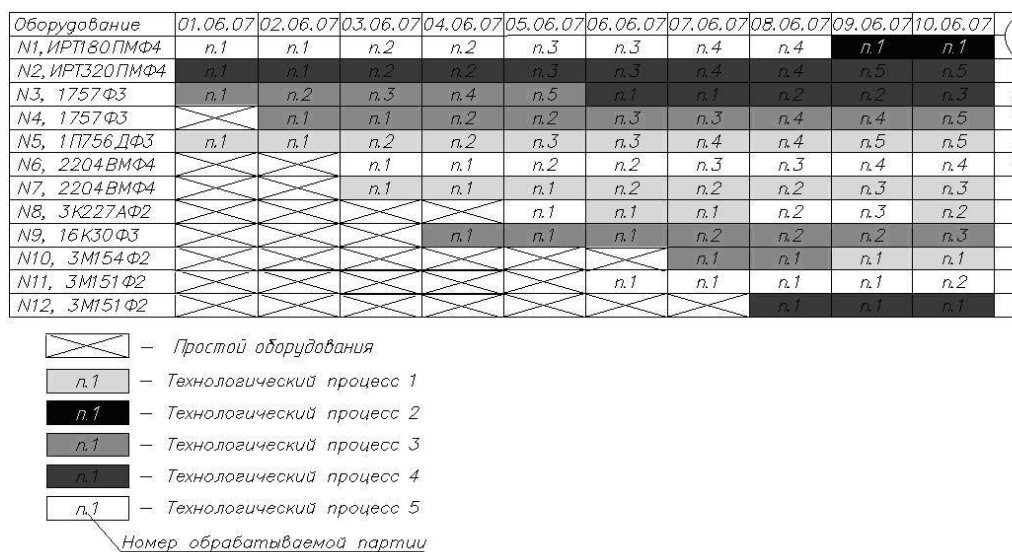


Рис. 4

Разработанная методика формирования и динамического исполнения имитационной модели позволяет сформировать план загрузки оборудования на определенные сроки. В рамках же функционирования ERP, MES систем управления данные методики обеспечивают незамедлительное динамическое обновление плана загрузки при возникновении изменений в производственном процессе.

Точность моделирования определяется в основном отклонением реального времени выполнения операций от нормативного, т. е. от точности предоставляемой входной информации. С увеличением интервала времени, на который планируется загрузка оборудования, точность уменьшается. При моделировании установлены следующие предельные значения входных данных: срок планирования – не более года; число операций технологических процессов, выполняемых на одном оборудовании, – не более пяти; дискретность планирования – не более суток и не менее часа.

Разработанная имитационная модель обладает возможностью адаптации и интеграции в современных системах управления предприятием, организации обмена данными посредством единой базы данных. Такой подход позволяет унифицировать структуру ОКП в составе различных систем управления предприятиями и сократить затраты на ее адаптацию на предприятиях. В частности, предполагается интегрирование данной имитационной модели в MES-систему управления в ООО «КамАЗ», где дополнительно предполагается организация непрерывного обмена данными с модулем связи технологического оборудования, что обеспечит постоянный мониторинг реального выполнения технологических процессов и коррекции формируемых планов в реальном масштабе времени.

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. 85 с.
2. **Питерсон Дж.** Теория сетей Петри и моделирование систем: Пер. с англ. М.: Мир, 1984. 263 с.
3. **Симонова Л. А., Костюк И. В.** Динамическое моделирование процесса формирования загрузки рабочих центров//СЭТС. 2007. № 1(35).