

## ПРИМЕНЕНИЕ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА В УПРАВЛЕНИИ ДИСКРЕТНЫМИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ СИСТЕМАМИ

С. А. Лазарев (Орел)

Совершенствование методов управления производством продукции в условиях рынка базируется на повышении эффективности функционирования и организации системы управления, широком использовании современных средств вычислительной техники и автоматизированных информационных систем для анализа принимаемых решений и прогнозирования развития производства, использовании научного подхода и мирового опыта к решению проблем управления.

Из наиболее важных функций управления выпуском продукции можно выделить следующие: формирование портфеля заказов; планирование производства продукции в групповой и специфицированной номенклатуре на различные временные периоды; планирование и регулирование себестоимости продукции; анализ расхода сырья и материалов; определение потребности и обеспеченности сырьем и материалами; корректировка объемов и ассортимента продукции; комплектование партий отгрузки продукции с учётом маршрута; контроль за выполнением производственной программы предприятия и реализацией продукции.

Одной из важнейших и наиболее сложных частей общей системы управления предприятием является система оперативного управления производством. Объектами ее деятельности являются цеха основного и вспомогательного производства.

Управление производством представляет собой совокупность двух процессов: информационного и материально-технического. Информационный процесс является основным и включает в себя техническую подготовку производства, оперативный учет и контроль за ходом производства и анализ выполнения плановых заданий. Материально-технический процесс на входе имеет трудовые и производственные ресурсы, которые в процессе производства преобразуются в готовую продукцию на выходе [1].

Оперативное управление осуществляется на основе реализации основных функций управления: оперативного планирования, контроля (учета, контроля, анализа) и диспетчерского регулирования производства. Главными из них являются функции оперативного планирования и диспетчерского регулирования, в процессе реализации которых принимаются решения по управлению производством.

Любой оперативный план представляет собой некоторый компромисс в достижении следующих целей:

- выполнить все заказы вовремя;
- минимизировать затраты;
- обеспечить непрерывность производства;
- добиться равномерной загрузки оборудования.

В процессе планирования для каждого заказа определяется какое оборудование будет занято его выполнением в различные моменты времени. Для крупного производства с разветвленным технологическим процессом этот этап составления плана наиболее сложен. Нерациональное распределение ресурсов может привести к длинным очередям работ на отдельных участках, а в это время другое оборудование будет простаивать, что в конечном итоге исключает возможность выполнения в срок некоторых заказов. Это наиболее актуально при выпуске сложных изделий, состоящих из большого количества деталей, узлов, сборок, из-за чего невозможно точно спланировать во времени выпуск всех компонентов изделия и срок выполнения заказа. Поэтому качество

разработки планов в современных условиях возможно только на основе использования ЭВМ и экономико-математических методов.

Применение вычислительной техники существенно изменяет характер деятельности управленческого персонала предприятия и изменяет роль лица, принимающего решение. Практика принятия решений показывает, что большинство ответственных решений принимается не по классической схеме, а в результате диалога. Этой цели служат интерактивные процедуры, позволяющие лицу, принимающему решение, активно воздействовать на подготовку и выбор управленческих решений, а также проводить имитацию реальных экономических и производственных процессов при различных вариантах решений.

Информационная система моделирования производственного процесса разработана на основе принципа интерактивного диалога пользователя с системой. Моделирование представляет собой опосредствованное через интерфейс взаимодействие лица принимающего решение и имитационной модели хода производства. Это позволяет ему в любой момент времени вмешиваться в процесс моделирования, изменять параметры моделирования, добавлять и исключать используемые ресурсы, отменять выполняемые и планировать новые заказы, оценивать текущую информацию о ходе моделирования и состоянии системы (рис. 1).



Рис. 1. Структура процесса использования имитационной модели производственного процесса в управлении

Начальным этапом в работе системы является ввод исходных параметров функционирования модели и информации поступление пакетов заказов на изготовление тех или иных изделий. Далее определяется состав каждого изделия, и формируются техно-

логические маршруты для каждой детали, узла или сборки, входящей в изделие, с использованием информации и структуре изделия и этапах технологического процесса, хранящейся в информационной базе. Следующим этапом является генерация динамических объектов (транзактов) для имитационной модели. Каждый транзакт представляет собой деталь, сборку или изделие и имеет уникальный номер, используемый в модели для идентификации каждого компонента изделия. Транзакты, относящиеся к определенному изделию, находятся в иерархической подчиненности между собой согласно принципу вхождения деталей в сборки, сборок в узлы, узлов в изделие. Следовательно, завершение обработки транзакта, представляющего собой изделие, невозможно, пока не будут обработаны все транзакты, представляющие детали, сборки и узлы, входящие в изделие. На этом принципе основана логика функционирования модели – восхождение от основания иерархической структуры изделия к ее вершине. Поиск же оптимального с точки зрения производства пути и времени прохождения данного этапа и составляет основную задачу имитационного моделирования.

В модели транзакты приходят в движение (подвергаются обработке), способствуя накоплению информации о моделировании хода производственного процесса. Полученная информация подвергается обработке, группировке и обобщению с целью представления ее в доступном виде для лица, ответственного за принятие решения.

Модель производственного процесса разработана в соответствии с принципами событийного моделирования, согласно которым моделирование представляет собой непрерывный процесс обработки событий, наступающих в системе. Динамические процессы в имитационной модели предприятия представлены в виде взаимодействия ряда составляющих – устройств, рабочих, очередей, и событий. Время в событийной имитационной модели изменяется скачком при переходе от текущего события к последующему.

Механизм действия имитационной модели заключается в следующем. События распределены во времени и выполнение одних вызывает выполнение последующих. Реализация событий во времени напоминает цепную реакцию. Каждое событие выполняется мгновенно во времени, модельное время затрачивается только на переход от события к событию. Пополнение списка будущих событий осуществляется во время обработки текущего события. Система управления модели обращается к списку запланированных событий, упорядоченному по времени наступления, и выбирает первый элемент. Модельное время становится равным времени наступления события. После выполнения действий, связанных с текущим событием, система осуществляет переход к следующему событию и т. д.

Описанный выше алгоритм позволяет учесть в процессе моделирования все основные факторы производства:

- потребление материальных ресурсов;
- наличие необходимых трудовых ресурсов;
- структура производственного процесса;
- наличие необходимого оборудования и сбой в его работе;
- появление производственного брака;
- временные задержки на переналадку оборудования;
- затраты времени на транспортировку обработанных деталей.

Главным критерием успешного функционирования любой информационной системы является адекватность информационного отображения в ней соответствующей реальной системы: входящих в нее элементов, их свойств и взаимоотношений.

Имитационное моделирование, как и любой другой подход к построению моделей производственных систем, имеет свои условности и принципы, используемые для формального описания реальных систем.

На предприятии выпускается несколько видов изделий, каждое из которых характеризуется размером партии заказа, интенсивностью и дисперсией их поступления, а также приоритетом, определяющим значимость того или иного изделия в общей производственной программе предприятия.

Выпускаемые изделия состоят из множества комплектующих, имеющих следующие характеристики: код данного узла или детали, их общее количество в изделии, положение в иерархической структуре изделия и количество используемого при его производстве материала.

В имитационной модели предприятие рассматривается как совокупность цехов – элементарных производственных единиц, каждая из которых характеризуется: производственным оборудованием различных типов, используемыми в производственном процессе материалами и численностью работающих различных профессий.

Технологический процесс изготовления изделия представляет собой последовательность операций, для каждой из которых указан цех, в котором она выполняется, тип необходимого оборудования, код профессии рабочего и его разряд, время выполнения и стоимость работ.

Технологическое оборудование имеет следующие характеристики: инвентарный номер, код данного оборудования, цех в котором оно находится, балансовую стоимость и процент изношенности.

Производственные рабочие характеризуются табельным номером, цехом в котором они работают, квалификацией, определяемой их разрядом, и также перечнем профессий, обуславливающим выполняемые ими работы.

Имитационная модель производственного процесса реализована с использованием объектно-ориентированного языка имитационного моделирования EML событийного типа [2]. Она ориентирована, прежде всего, на дискретные производственные системы с единичным и мелкосерийным характером производства. Данный тип производства, в частности, характерен для целого ряда предприятий аналитического приборостроения, расположенных в Орловской области, где и были апробированы и частично внедрены данные авторские разработки.

Сама же модель производственного процесса является основой информационной системы поддержки принятия решений, реализованной в качестве законченного программного продукта [3] с использованием системы визуального программирования Borland Delphi.

Имитационная модель имеет ряд входных параметров, определяющих особенности ее работы. Их условно можно разбить на две группы:

1. параметры, определяющие поступление заказов на производство каждого вида изделий;
2. параметры, учитывающие определенные характеристики производственного процесса и определяющие особенности функционирования модели.

Использование имитационного моделирования в процессе управления производством позволяет спрогнозировать поведение и будущее состояние производственной системы, что существенно повышает точность разрабатываемых планов производства. С другой стороны модель дает возможность оценить альтернативные варианты управленческих воздействий, тем самым, повышая качественный уровень принимаемых управленческих решений.

Это становится возможным благодаря информации, получаемой в процессе моделирования лицом, принимающее решение о ходе производственного процесса, сро-

ках выполнения заказов, загруженности оборудования и производственных рабочих, времени производства и необходимых финансовых затратах, объеме незавершенного производства, себестоимости выпускаемой продукции, объеме потребления материалов и комплектующих, трудозатратах по видам работ и т. д. На этой основе становится возможным детальное предсказание и анализ последствий принимаемых управленческих решений.

### Литература

1. **Н.А. Саломатин, Г.И. Беляев, В.Ф. Петроченко, Е.В. Прошлякова.** Имитационное моделирование в оперативном управлении производством. М.: Машиностроение, 1984. – 208 с.
2. Язык имитационного моделирования EML (Event Modeling Language)//Сборник научных трудов ученых Орловской области. Вып. 5. Т. 2. – Орел: ОрелГТУ, 1999. – С. 232–238.
3. **Савина О.А., Лазарев С.А.** Автоматизированная информационная система моделирования производственного процесса «Производственных аналитик»®. Свидетельство РФ об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2000610258. – 2000.