

МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДСИСТЕМЫ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛИЭТИЛЕНОВОЙ УПАКОВКИ

Войцев А. В.

Восточноукраинский национальный университет имени В. И. Даля,
г. Луганск, Украина

Abstract

Voitsev A.V. The model for an efficiency estimation of the scheduling subsystem for polyethylene packing production. In this work analysis of existing methods of modeling, considered features of technological process is lead. The model for an estimation of a subsystem of scheduling is developed. It is offered to use the theory of indistinct sets for realization of the management algorithm for object of manufacture. For model realization the specialized software in language Borland Delphi has been developed. For development of the software the method of block construction is used to increase the model universality.

Введение

Современное производство полиэтиленовой упаковки пищевых продуктов характеризуется как многономенклатурное мелкосерийное производство, основная особенность которого состоит в больших потерях при переналадке основного оборудования для производства следующей продукции. В связи с этим, основной задачей на этапе календарного планирования выполнения производственного задания, является формирование оптимального расписания работы оборудования, которое минимизировало бы затраты на переналадку оборудования, а следовательно, и себестоимость продукции.

Постановка задачи

Наиболее адекватным методом оценки эффективности подсистемы календарного планирования и алгоритма формирования расписания, является построение модели, позволяющей анализировать:

1. суммарные потери на переналадку оборудования;
2. коэффициенты простоев основного оборудования из-за неэффективности подсистемы календарного планирования;
3. суммарную длительность цикла производства каждой продукции;
4. суммарное пролеживание продукции при отсутствии свободного оборудования.

Данный вид производства можно отнести к гибким производственным системам по следующим причинам [1]:

- производственная система обладает способностью приспосабливаться к динамическим и стохастическим изменениям, связанным с производственной программой;
- при изменении производственной программы не меняется число и вид ее элементов, а также связей.

Следовательно, для построения требуемой модели производственной системы можно использовать методы, которые были разработаны для моделирования процессов в ГПС [2, 3]. Главным отличием разрабатываемой модели от уже существующих, является специфическая особенность технологического процесса производства полиэтиленовой упаковки, которые необходимо учесть при разработке модели:

- Одновременная переработка на оборудовании нескольких видов сырья для получения единицы продукции или полуфабриката;

- Варьирование количества исходного сырья для получения различных видов продукции и полуфабрикатов;

Формальное описание модели

В качестве метода анализа гибких производственных систем выбрано имитационное моделирование ГПС как дискретной динамической системы. Модель реализована таким образом, чтобы была возможность быстрого перехода от детерминированной системы к вероятностной.

Модель системы будем представлять как формальную систему, описываемую входным потоком, набором рабочих мест и системой управления (рис. 1):

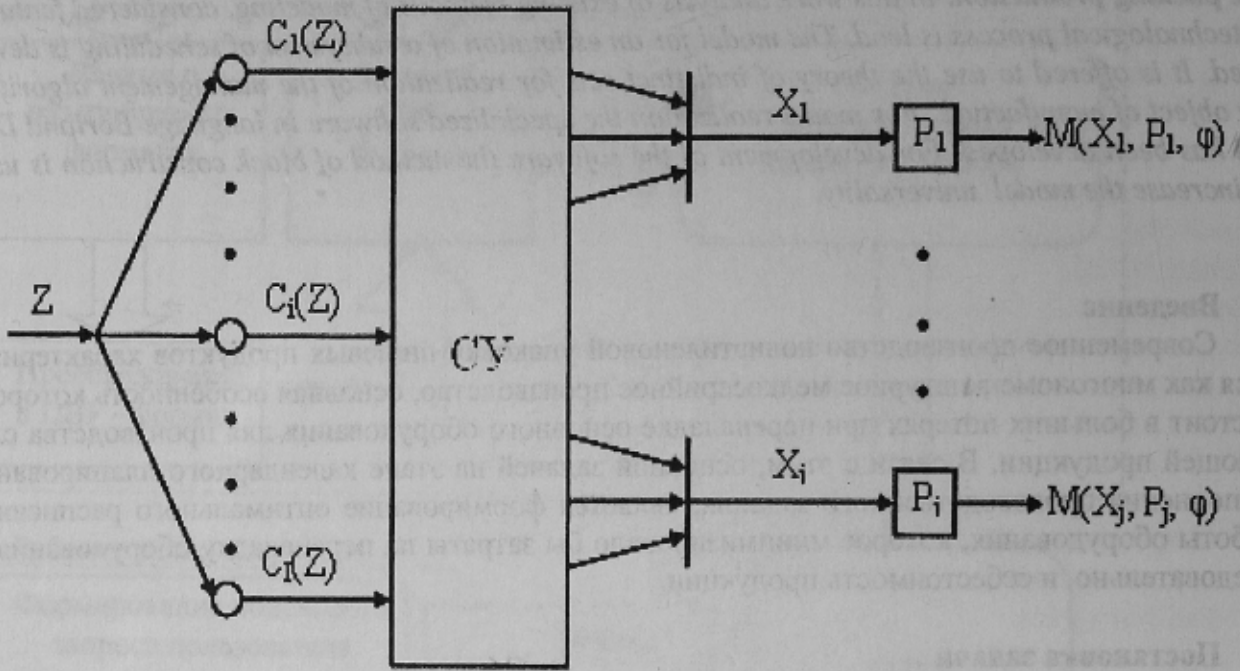


Рис. 1 Структура системы

а) Входной поток работ формализуется заданием вектор-функции $C : R \rightarrow R^I$, где I - число различных типов работ в системе. Если $Z \in R$ - интенсивность суммарного потока работ в системе, то $C_i(Z)$ - интенсивность потока работ i -го типа, порожденная входным суммарным потоком интенсивности Z .

б) Производительные мощности системы и ее функциональные характеристики формализуются заданием набора абстрактных рабочих мест и заданием их параметров. Совокупность параметров, описывающих технические характеристики и функциональные возможности j -го рабочего места обозначим $P_j, j = \overline{1, J}$, где J - общее число рабочих мест в системе. Для каждого рабочего места имеется агрегированная модель. Управление на локальном уровне отдельных рабочих мест качественно учитывается агрегированной моделью. По интенсивностям потоков работ, поступающих на рабочее место: $X_j = (X_{1j}, \dots, X_{Ij}) \in R^I$, где X_{ij} - интенсивность потока работ i -го типа, поступающего для выполнения на j -е рабочее место, техническим характеристикам и локальному управлению рабочего места с учетом совокупности факторов $\varphi \in \phi$ (выполнение вспомогательных операций, восстановление при отказах и т.д.) на основе агрегированной модели определяется вектор характеристик

функционирования рабочего места $M(X_j, P_j, \varphi) \in R^m$. Настройка рабочих мест на возможность выполнения определенных типов работ формализуется в виде дополнительных ограничений на поступающие потоки работ $X_j \in G_j \subseteq R^I, j = \overline{1, J}$, время их выполнения T_j и информация о переналадке с одной операции на другую в виде матрицы времени и стоимости переналадки:

$$T_j = \begin{vmatrix} t_1^1 & t_1^2 & \dots & t_1^{qj} \\ t_2^1 & t_2^2 & \dots & t_2^{qj} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ t_{qj}^1 & t_{qj}^2 & \dots & t_{qj}^{qj} \end{vmatrix}, C_j = \begin{vmatrix} c_1^1 & c_1^2 & \dots & c_1^{qj} \\ c_2^1 & c_2^2 & \dots & c_2^{qj} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_{qj}^1 & c_{qj}^2 & \dots & c_{qj}^{qj} \end{vmatrix},$$

где qj – количество операций j -го рабочего места. Управление на локальном уровне отдельных рабочих мест качественно учитывается в агрегированной модели. Кроме того, предполагается, что для каждого рабочего места имеется подмножество в пространстве характеристик $M_j^0 \subseteq R^I$, на основе которого определяется качество функционирования рабочего места.

с) Система управления формально представляется алгоритмом распределения работ по рабочим местам в соответствии с технологическим процессом и с учетом имеющихся функциональных ограничений рабочих мест, параметром входного потока и описывается набором вектор-функций $\{F_j : F_j(\cdot) \in R^I, j = \overline{1, J}\}$. При этом вектор $X_j = F_j(C, P_j, U) \in R^I$, где U – параметры системы управления, задает интенсивность потоков работ соответствующего типа, направляемых на j -е рабочее место. Оптимизационная задача по управлению выполнением работ формулируется следующим образом[3]:

$$\sum_{j=1}^J X_{ij} = C_i(Z), i = \overline{1, I} \tag{1}$$

$$R_j(X_j, \varphi) \leq r_j, j = \overline{1, J} \tag{2}$$

$$a_{ij} \leq X_{ij} \leq b_{ij}, i = \overline{1, I}; j = \overline{1, J} \tag{3}$$

$$Z \rightarrow \max$$

где (1) – условие баланса; (2) – условие приемлемого функционирования рабочих мест; (3) – ограничения на распределение работ, функциональную настройку рабочих мест, учет воздействий системы управления.

Разработка модели

Имитационная модель производственной системы представлена взаимосвязанной совокупностью двух относительно автономных модельных блоков: модуль технологического

объекта и модуль системы управления. Построение модели производственной системы в виде двух независимых блоков обеспечивает ей структурную гибкость и снимает ряд ограничений при практической реализации, в частности – независимая разработка этих блоков.

С целью автоматизации процесса принятия решения и снижения длительности работы модели, моделирующая программа реализована на языке высокого уровня Borland Delphi в виде отдельной библиотеки, что облегчит ее включение в подсистему календарного планирования.

Агрегированное рабочее место реализовано в виде абстрактной объектной модели с набором свойств (выполняемые операции, информация о переналадке), входных и выходных параметров (входящие и исходящие материальные и информационные потоки), и логикой функционирования (переработка, хранение, транспортировка).

Система управления включает базу данных и блок принятия решений. В базе данных содержится информационная модель объекта (рис. 2) и набор правил принятия управленческих решений. Входом системы управления является текущее состояние рабочих мест, а в результате процесса принятия решения определяется новое состояние управляемых переменных модели.

Для реализации алгоритма принятия решения за основу взят алгоритм нечеткого оптимального управления[4,5,6]. Это связано с простотой и высокой эффективностью алгоритмов, основанных на нечеткой логике. Проблема принятия решения в нечетких условиях интерпретируется как комплексное влияние нечеткой цели G и нечеткого ограничения C на выбор альтернатив и характеризуется пересечением $G \times C$, которое и образует нечеткое множество решений, т.е. $D = G \times C$.

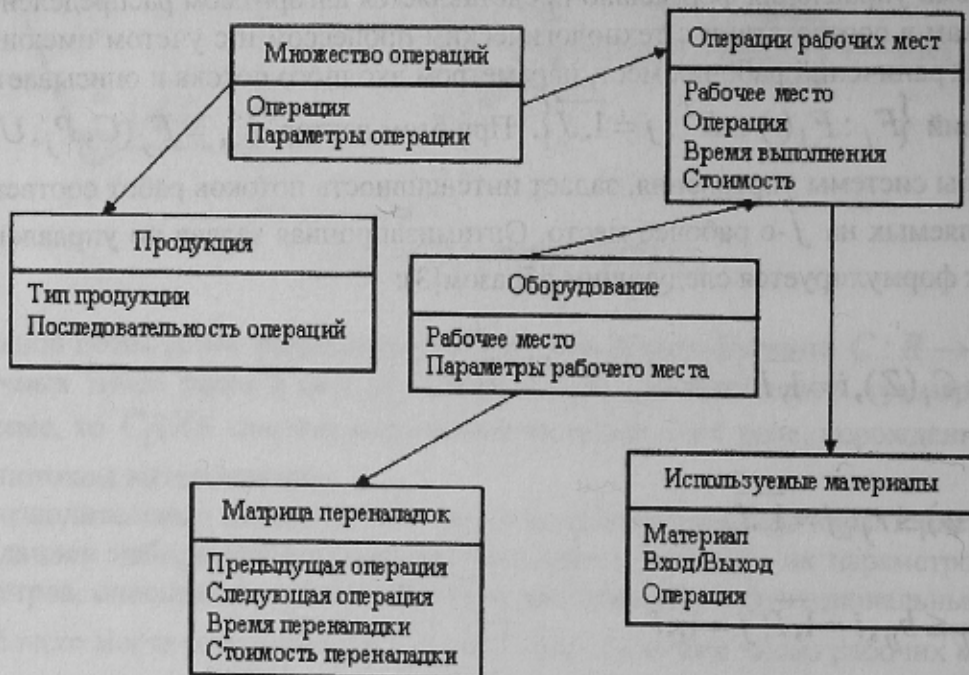


Рис. 2 Информационная модель объекта

В общем случае, если имеется n целей и m ограничений, то результирующее решение определяется пересечением всех заданных целей и ограничений, т.е. $D = G_1 \cap \dots \cap G_n \cap C_1 \cap \dots \cap C_m$.

Принимаемое решение в формулировке нечеткой логики характеризуется: d - действиями, соответствующими принимаемому решению; X - универсальное множество событий, требующих принятия решения, с базовым событием x ; $R(d, x)$ - нечеткое подмноже-

ство множества X , представляющее собой нечеткое ограничение на значение переменной x .

Пусть a - заданная величина функции цели $f(x)$, достижение которой считается достаточным для выполнения цели принятия решений, и пусть имеется пороговый уровень b такой, что неравенство $f(x) < a - b$ означает сильное нарушение неравенства $f(x) \geq a$. Тогда функцию принадлежности для нечеткой функции цели можно определить следующим образом:

$$\mu_G(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } f(x) \leq a - b, \\ \mu_a(x), & \text{если } a - b < f(x) < a, \\ 1, & \text{если } f(x) \geq a \end{cases}$$

где μ_a - функция принадлежности, описывающая степени выполнения соответствующего неравенства с точки зрения лица, принимающего решения.

Заключение

Основным приемом в предлагаемом подходе является вариация факторов, влияющих на функционирование, и условий, используемых для оценки качества функционирования рабочих мест системы, в сочетании с оптимизацией по возможным воздействиям системы управления на функционирование ГПС. Необходимо отметить, что с точки зрения решения задач оценки существенны не только абсолютные значения получаемых характеристик, но и динамика их изменениям по исследуемым факторам.

Благодаря предложенному методу оптимизационного управления с использованием нечеткой логики, был существенно упрощен алгоритм системы управления моделью технологического процесса.

Литература

1. Проскуряков А. Р., Кравченко В. Ф., Казак Д. С. Гибкость производственных систем: (Методология анализа и оценки) // Вестник машиностроения. - 1986. - №7. - С. 63 - 69.
2. О. М. Калинин, С. Л. Ямпольский, Л. В. Песков. Моделирование гибких производственных систем. // Киев, Техника. - 1991.
3. Комплексный анализ и моделирование гибкого производства // Сборник научных трудов. Отв. ред. И. М. Макаров, С. В. Емельянов // Сборник научных трудов. Москва, Наука. - 1993.
4. Захаров В.Н., Ульянов С.В. Нечеткие модели интеллектуальных промышленных регуляторов и систем управления. Научно-организационные, технико-экономические и прикладные аспекты. // Известия АН РАН. Сер. Техн. кибернетика, N 5, 1993.
5. Берштейн Л.С., Боженюк А.В. Нечеткие модели принятия решений: дедукция, индукция, аналогия. Монография. // Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2001.
6. Емельянов В.В., Ясиновский С.И. Введение в интеллектуальное имитационное моделирование сложных дискретных систем и процессов. Язык РДО. // М.: Изд-во АНВИК, 1998. - 427 с., ил. 136.