

ИМИТАЦИЯ ПРОЦЕССА ДИНАМИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ В МНОГОУРОВНЕВОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Введение. Исследование процессов планирования в автоматизированных системах управления серийным производством выявило ряд особенностей [1, 2].

1. Структура процесса является многоуровневой. Базовой является (рис 1) трехуровневая структура [2] «руководство (уровень $h = 3$) – диспетчер (уровень $h = 2$) - начальники цехов (уровень $h = 1$)».

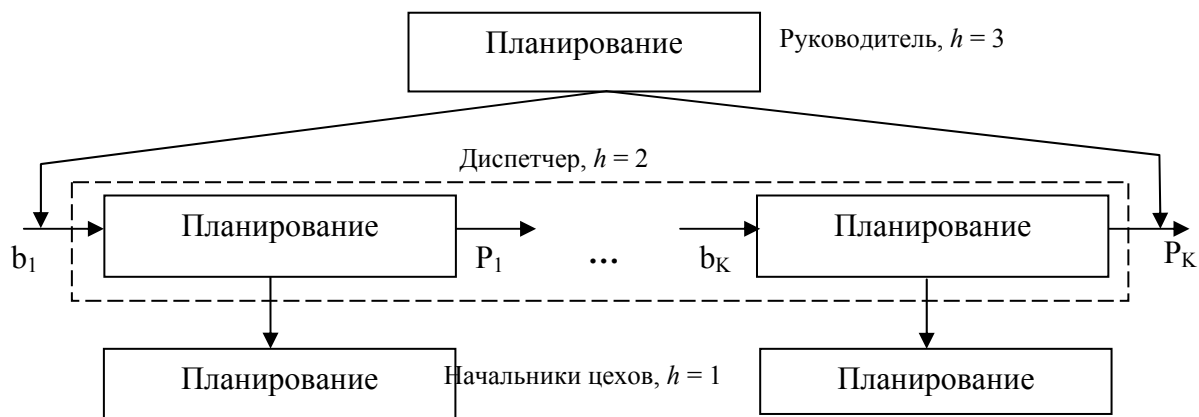


Рис. 1

2. Применение компьютеров в системе позволяет использовать оптимальные методы планирования, позволяющие рациональнее использовать ресурсы и получать конкурентные преимущества.

3. Все более характерной является процедура оперативного перехода на выпуск новой продукции [1]. В связи с этим появилась необходимость первоначально оценить целесообразность перехода, а затем - описать этот процесс математически, учитывая динамичность такого процесса планирования.

Постановка задачи. Для глобального исследования систем с перечисленными особенностями пригоден однородный метод [1], базирующийся на задаче динамического линейного программирования (ДЛП).

ДЛП в первом приближении представляет собой совокупность задачи хорошо известного статического линейного программирования (СЛП) и системы разностных уравнений.

С учетом динамики [1] задача для отдельного структурного элемента может иметь следующий вид

$$\mathbf{P}(T) \leq \mathbf{R}(T), \quad (1)$$

$$\mathbf{P}(t_{i+1}) = \mathbf{P}(t_i) + \mathbf{p}(t_{i+1}), \quad \mathbf{P}(0) = \mathbf{P}_0, \quad (2)$$

$$\mathbf{z}(t_{i+1}) = \mathbf{A}\mathbf{z}(t_i) + \mathbf{B}\mathbf{p}_1(t_{i+1}), \quad \mathbf{z}(0) = \mathbf{z}_0, \quad (3)$$

$$i = 0, N-1, t_i = iv, t_0 = 0, T = Nv,$$

$$\mathbf{p}(t_{i+1}) = \mathbf{C}\mathbf{z}(t_i), \quad (4)$$

$$\mathbf{D}\mathbf{p}_1(t_{i+1}) \leq \mathbf{b}(t_i), \quad (5)$$

$$G = \mathbf{F}\mathbf{P}(T) \rightarrow \min, \quad (6)$$

где \mathbf{z} , \mathbf{p} – вектор-столбцы (размерности J) планового незавершенного производства и ежедневного плана, \mathbf{p}_1 – вектор-столбец размерности J запуска комплектов материалов в производство, \mathbf{R} – вектор-столбец спроса (размерности J); \mathbf{b} – вектор-столбец размерности Ψ наличного количества ресурсов \mathbf{D} – матрица $J \times \Psi$ норм расходов, \mathbf{P} – вектор-столбец

плана с накоплением, F – вектор-строка прибыли от выпуска единицы продукции; $A = (I + \nu A0)$, $B = \nu B0$, $C = C0$; I – единичная матрица; $A0$, $B0$, $C0$ – матрицы размерностей $J \times J$, отражающие динамику процесса планирования; ν , T – минимальный интервал времени и время моделирования.

Решение задачи. Для исследования взаимодействия структурных элементов системы следует сформировать описание отдельных элементов без учета и с учетом специфики уровней структуры.

Описание отдельного элемента без учета специфики уровней может быть представлено в таком виде

Решение этой задачи может быть осуществлено следующими способами: прямым решением с применением алгоритма Р. Габасова [3]; преобразованием задачи ДЛП в задачу СЛП; компьютерным моделированием процесса в рамках прежде всего пакета SIMULINK в рамках программного продукта MatLab. Преимуществом последнего метода является наглядность и возможность проведения анализа поведения системы при различных изменениях структуры, параметров и сигналов.

Использование этого метода решения связано с такими трудностями:
 получение числовых данных для элементов;
 специфика моделирования задачи ДЛП.

Первая трудность связана с человеческим фактором. К тому же, если получение числовых данных из реальной системы для задачи СЛП относительно простая процедура, то гораздо сложнее определение параметров инерционности, что возможно лишь в момент очередной инвентаризации производства с документальной фиксацией значений не только входов и выходов элемента, но и незавершенного производства.

Названные обстоятельства приводят к необходимости построения генераторов числовых данных. Можно, конечно, использовать числовые данные из многочисленных источников: в них даны примеры, которые следует решить.

Однако в данном случае ставится обратная задача: по имеющимся выходным данным сгенерировать задачу СЛП. В качестве генератора для такой задачи может быть использован алгоритм, предложенный Р. Габасовым [2, 3].

Параметры инерционности могут быть определены лишь экспертно.

Даже при полученных числовых данных возникает вопрос выбора одной из схем реализации элемента (рис. 2).

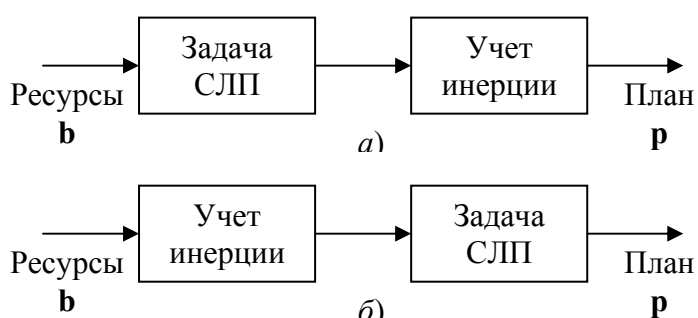


Рис. 2

Критерием выбора служил переходный процесс на выходе. Оказалось, что схемы обладают одинаковым переходным процессом. Задача СЛП, несмотря на существенную нелинейность, ведет себя как непрерывный элемент.

Вместе с тем более правильной из «физической» сущности является схема на рис. 2, б: момент запуска ресурсов определяется их готовностью.

Описанный элемент с задачей ДЛП может быть положен в основу реализации моделей разных уровней, однако специфичен диспетчерский уровень.

При его моделировании необходимо сначала сгенерировать последовательности задач СЛП для старого и нового планов. Эта процедура подробно описана в работе [2]. Затем ввести звенья, учитывающие инерционность динамического планирования.

Тогда модель процесса планирования на диспетчерском уровне получит вид, показанный на рис. 3.

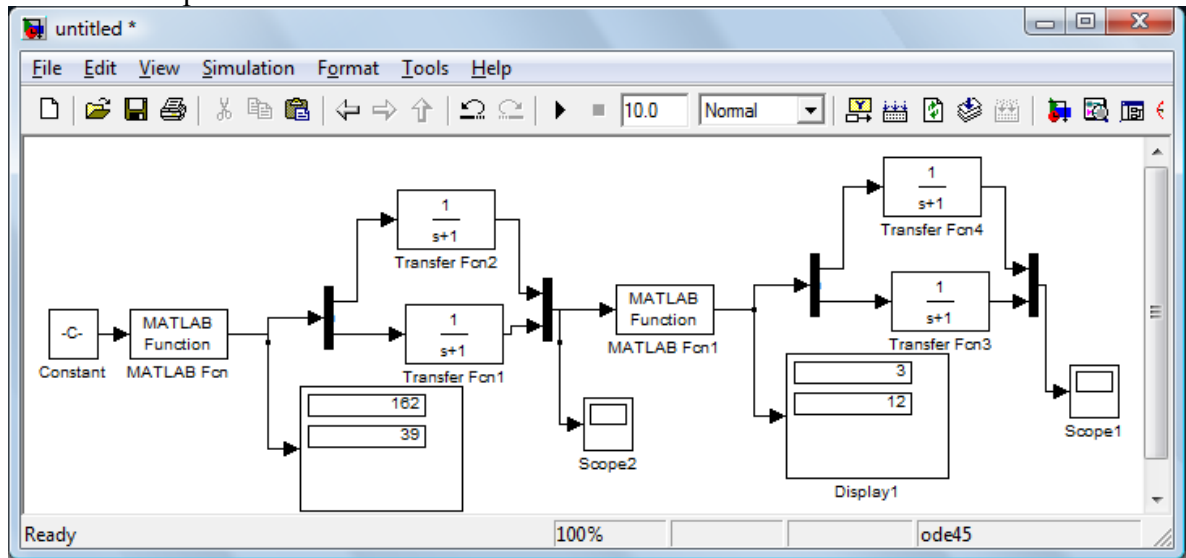


Рис. 3.

При переходе на выпуск новой продукции следует также определить момент и ввести соответствующее звено SIMULINK. Модель для одного элемента представлена на рис. 4. На ее основе построена модель диспетчерского уровня.

Следует отметить, что описанные приемы пригодны и для процесса управления (рис.5). Правда, необходимо было отработать функционирование звена задачи СЛП с двумя входами.

Заключение. В силу имитационного характера модели возникает необходимость проверки адекватности модели. Здесь имеются два этапа.

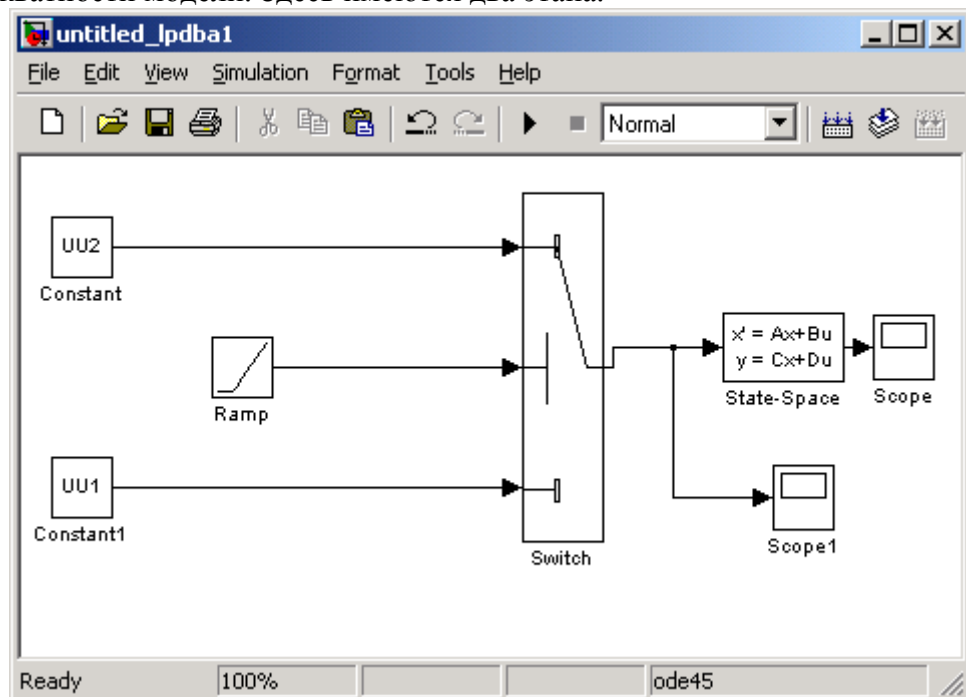


Рис. 4.

1. Сравнение результатов моделирования с результатами, полученными другими теоретическими методами. Сравнение показало хорошее совпадение результатов и подтвердило возможность и адекватность компьютерной реализации процесса динамического планирования.

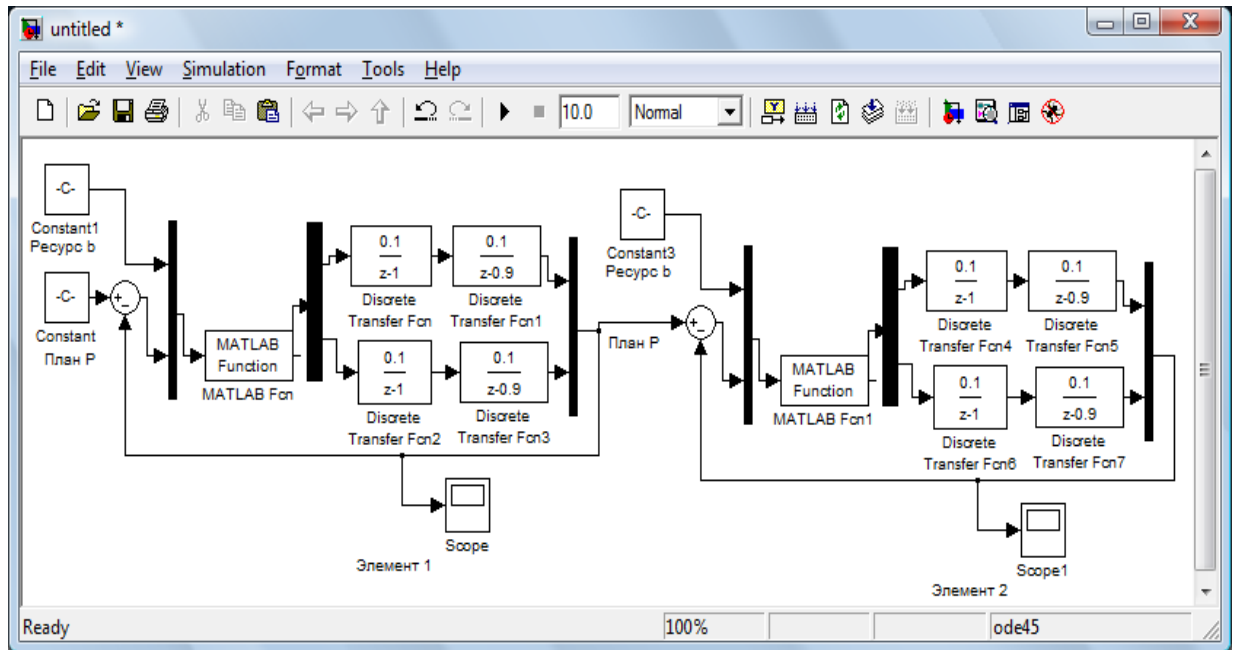


Рис. 5.

2. Второй этап оказался сложнее, хотя первые результаты довольно обнадеживающие.

Литература

1. Советов Б.Я., Цехановский В.В., Чертовской В.Д. Теория адаптивного автоматизированного управления. СПб.: СПбГЭТУ, 2009. 256 с.
2. Чертовской В.Д. Имитация процесса планирования работы технологической линии производства //Труды V всероссийской научно-практической конференции «Имитационное моделирование: теория и практика (ИММОД-2011)» СПб.: ЦЕСС, 2011. С. 290-300.
3. Альсевич В.В., Габасов Р, Глушенков В.С. Оптимизация линейных экономических моделей. Статические задачи. Мн.: БГУ, 2000. 210 с.