

УДК 519.687.7

<https://doi.org/10.36906/AP-2020/24>

ПРОЦЕДУРА ПРОГРАММИРОВАНИЯ МОДЕЛИ МНОГОУРОВНЕВОЙ АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ

Чертовской В. Д.*д-р техн. наук**Санкт-Петербургский государственный**электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)**г. Санкт-Петербург, Россия*

Аннотация. Рассмотрены вопросы формирования и использования результатов выполнения программирования адаптивных автоматизированных систем управления производством как одно из направлений цифровой экономики. Математической основой описания трехуровневой системы служит предложенный автором однородный метод, базирующийся на методе динамического линейного программирования. Отмечена возможность реализации программной модели в локальном ва (с использованием технологии клиент-сервер), так и в удаленном (одноранговая технология) режимах. Описаны процедуры идентификации числовых данных как с помощью их компьютерной генерации, так получением данных из реальной системы. Описаны технологии использования программ для различных вариантов процессов планирования и управления.

Ключевые слова: адаптивное управление производством динамике планирование переход на выпуск новой продукции управление.

Современные автоматизированные системы управления производством базируются на задачах «прямого счета», вычисления в которых не выходят за четыре действия арифметики.

Такие системы слабо используют возможности компьютерной техники. Их применение для развития цифровой экономики весьма проблематично. Значительно эффективнее является применение оптимальных методов, которые дают возможность строить адаптивные автоматизированные многоуровневые системы управления производством [1], позволяющие к тому же оперативно переходить на выпуск новой продукции.

Постановка задачи. В программировании таких систем следует выделить два этапа: предварительный и основной. На предварительном этапе, описанном в работе [2], определяется цель работы системы, формирование структуры, выявление особенностей системы, определение требований и выбор метода математического описания. В данной работе, служащей по существу продолжением публикации [2], освещен второй этап. Он включает методы идентификации числовых данных, выбор технологии и инструментов программирования и технологию работы модели системы в различных вариантах процессов планирования и управления.

Решение задачи. Как отмечалось в [1, 2], достаточно общей является трехуровневая структура системы: руководитель (уровень $h=3$); диспетчер (уровень $h=2$); начальники цехов (уровень $h=1$). Отсюда следует, что система управления должна быть распределенной.

В качестве ее реализации могут использоваться методика клиент-сервер (локальный режим) одноранговая методика (удаленный режим). В данной работе обсудим методику клиент-сервер.

Анализ инструментария позволил остановиться на варианте распределенной системы с использованием методики клиент-сервер: СУБД MySQL, сервер приложений Apache и язык Java (клиенты).

Для «наполнения» и использован Здесь возможны два варианта: генерация данных, необходимых для отладки модели, и получение данных из реальной систем с целью использования модели для управления. ия модели необходимо провести идентификацию числовых данных.

Генерация числовых данных. Как отмечено в работах [1, 3], для работы с моделью используются прямая и обратная задачи. Для элемента k уровня $h=1$ применяется описание вида:

$$\text{Даны } \mathbf{F}_k, \mathbf{b}_k, \mathbf{D}_k, \mathbf{R}_k, G_k, \text{ найти } \mathbf{P}_k, \quad (1)$$

где \mathbf{P} , \mathbf{b} , \mathbf{R} — вектор-столбцы искомого плана, ресурсов, спроса; \mathbf{D} — матрица норм расходов; \mathbf{F} — вектор-строка прибыли за единицу готовой продукции; G — целевая функция.

Обратная задача имеет вид

$$\text{Даны } \mathbf{F}_k, \mathbf{P}_k, \mathbf{D}_k, \text{ найти } \mathbf{b}_k. \quad (2)$$

Начиная с элемента K и используя выражение

$$\mathbf{P}_{k-1} = \mathbf{b}_k, \quad (3)$$

генерируют данные для уровня $h=2$.

Применяя выявленные ранее [1] зависимости

$$\mathbf{P} = v1(\mathbf{P}_k), \quad (4)$$

$$\mathbf{D} = v2(\mathbf{D}_k), \quad (5)$$

$$G = v3(\mathbf{P}_k), \quad (6)$$

получим статические данные для уровня $h=3$.

Указанным способом определяются согласованные планы. В диалоговом режиме их возможно сделать несогласованными.

Оперативный переход на выпуск новой продукции определяется выражением.

Даны $\mathbf{F}_k, \mathbf{b}_k, \mathbf{D}_k, \mathbf{R}_k, G_k, \mathbf{A}_k, \mathbf{B}_k, \mathbf{C}_k, \mathbf{P}_{1k}$, найти \mathbf{P}_k ,	(7)
--	-----

где матрицы \mathbf{A}_k , \mathbf{B}_k , \mathbf{C}_k , отражают динамику перехода и определяются экспертным путем; \mathbf{P}_{1k} — комплекты ресурсов, необходимых для изготовления продукции.

При идентификация=и данных из реальной системы данные о ресурсах и продукции получаются из оперативных документов. Данные о динамических характеристиках чаще

всего формируются экспертным путем. В некоторых частных случаях возможно использовать результаты экспериментов.

Процесс управления описывается выражением:

$$\text{Даны } \mathbf{b}_k, \mathbf{D}_k, \mathbf{Y}_k, \mathbf{A}_k, \mathbf{B}_k, \mathbf{C}_k, J_k, \mathbf{C}_{1k}, \mathbf{C}_{2k}, \mathbf{p}_k, \boldsymbol{\varepsilon}_k, \text{ найти } \mathbf{u}_k, \quad (8)$$

где \mathbf{y} — вектор-столбец выхода, \mathbf{u} — вектор-столбец управления; \mathbf{D} — матрица норм расходов, \mathbf{b} — вектор-столбец наличного количества ресурсов; \mathbf{Y} — вектор-столбец управления; $\mathbf{C}_1, \mathbf{C}_2$ — вектор-строки потерь от отклонений и затрат на дополнительные ресурсы для управления; $\mathbf{A}, \mathbf{B}, \mathbf{C}$ — матрицы, отражающие динамику процесса управления; — вектор-столбец отклонения выхода от плана \mathbf{p} ; $k = 1, K$ — номер подразделения.

Использование модели. Первоначально решается прямая статическая задача на верхнем уровне и результат передается на уровень диспетчера, который решает свою задачу. Результаты снова отправляются на уровень $h=1$.

Если результаты расчетов оказываются согласованными, расчет заканчивается. В противном случае применяется специальный метод согласования [3], в котором могут использоваться равновесие по Нэшу или векторная оптимизация.

Для оценки оперативного перехода на выпуск новой продукции используются описания вида (7).

Для процесса управления применяются описания вида (8). Здесь полезно указать возможные возмущения и способы их компенсации.

В случае сбоя по ресурсам компенсация возможна двумя путями: заменой ресурсов, если позволяет технология; «перекосом» в выполнении плана. «Перекос» означает усиленный выпуск продукции, в которой отсутствует дефицитный ресурс, и последующим форсажем выпуска продукции с поступившим дефицитным ресурсом.

При изменении плана выпуска, изменении прибыли, Ю изменении норм расхода ресурсов, увеличении спроса на выпускаемую продукцию следует пересчитать весь план.

Рассмотрена системно двухэтапная процедура программирования для адаптивных автоматизированных систем управления производством.

Литература

1. Чертовской В. Д. Основы теории адаптивных автоматизированных систем управления производством // XIII Всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ-2019. 2019. С. 2676-2679.
2. Чертовской В. Д., Цехановский В. В. Адаптивные автоматизированные системы управления производством // Современное программирование: Материалы международной научно-практической конференции. Нижневартовск, 2019. С. 106-108.
3. Чертовской В. Д. Моделирование процессов адаптивного автоматизированного управление производством. СПб.: Лань, 2019. 200 с.

©Чертовской В. Д., 2020