

нов элементов БП в системе поддержки принятия решений при синтезе и реинжиниринге бизнес – процессов.

Поступила в редакцию 20.11.2003.

© Чалый С.Ф., 2004.

© Левыкин В.М., 2004.

© Кротюк И.Г., 2004.

Литература:

1 Jablonski S., Bussler C. Workflow Management: Modeling Concepts, Architecture, and Implementation // International Thomson Computer Press. — 1996.

2. Liu B., Hsu W. Post-analysis of learned rules // AAAI-96. — 1996

3. Zimmermann, H.J. Fuzzy set theory and its applications // Kluwer Academic Publishers. — 1991.

Чалый Сергей Федорович, к.т.н., доцент.

Левыкин Виктор Макарович проф., д.т.н., зав. каф.

Харьковский национальный

университет радиоэлектроники.

Кротюк Ирина Григорьевна, ст. препод., Институт экономики и новых технологий, г. Кременчуг.

УДК 681.324: 519.713

СИНТЕЗ МНОЖЕСТВА СТРУКТУР МОДЕЛЕЙ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ

В.М. Левыкин, В.П. Авраменко.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники.

И.Г. Кротюк.

Институт экономики и новых технологий, г. Кременчуг.

Изучены методы построения моделей производственных процессов, заданных часовыми рядами. Проанализированы структуры моделей системы оперативного управления производством. Сформулирована постановка задачи и разработана процедура синтеза структур моделей по совокупности технико-экономических показателей. Разработаны методы анализа и синтеза, которые используются в системах поддержки принятия решений при оперативном управлении производственными процессами.

Ключевые слова: оперативное управление, построение математических моделей, авторегрессионная модель, модели типа ARMA та ARIMAX.

Постановка проблемы

Задача оперативного управления производством состоит в том, чтобы разработать алгоритм формирования последовательности управляющих воздействий, которая обеспечит желаемое поведение системы. Перед формированием алгоритма управления необходимо построить модели объектов управления и определить их состояния по результатам наблюдений. Применение традиционных методов выработки управленческих решений осложняется изменением с течением времени принятых исходных предпосылок и наличием недостаточного количества необходимой информации о свойствах управляемых объектов и условиях их функционирования.

Первые применения методов статистического моделирования восходят ко временам А.М. Лежандра и К. Гаусса, которые дали статистическое обоснование метода наименьших квадратов и ввели метод максимального правдоподобия. Методы статистического описания нелинейных динамических процессов, представленных вре-

менными рядами, получили свое развитие в работах Дж. Бокса и Г. Дженкинса [1].

При моделировании производственных процессов актуальной становится задача оценивания параметров и состояний управляемого объекта по наблюдениям за входными и выходными сигналами. В качестве математического описания входных и выходных сигналов часто используются стохастические модели гипотетических линейных дискретных систем, на выходе которых формируются процессы с аналогичными корреляционными свойствами из поступающего на вход некоррелированного шума [2].

Исследование временного ряда традиционно предусматривает построение трендовой, сезонной, циклической и стохастической составляющих композиционной модели производственного процесса. Трендовая составляющая отражает длительные изменения выборочного среднего или дисперсии временного ряда. Во временных рядах могут содержаться сезонные колебания, которые завершаются в течение одного года. Если

період коливань складає декілька років, то часовий ряд містить циклічні коливання. Складаюча часового ряду, залишаючись після вирахування з нього трендової, сезонної та циклічної складової, представляє собою стохастическу складову, названу рядом залишків [3].

Стохастическа складова часового ряду часто описується моделлю типу «чорного ящика», на виході якої створюються стохастическі процеси з кореляційними властивостями, аналогічними виробничим процесам, що поступають на вхід некоррелірованого шуму. Різниця стохастических моделей ряду залишків визначається властивостями випадкових послідовностей та правилами їх обробки. Якщо незалежні імпульси $e(t)$ є випадковими нормально розподіленими величинами з нульовим середнім та дисперсією σ_e^2 , то їх послідовність $e(t)$, $e(t-1)$, ... називається «білим шумом». Білий шум $e(t)$ можна трансформувати лінійним фільтром в стохастический сигнал $v(t)$ з бажаними властивостями [4].

Дослідження множини структур моделей лінійних динамічних стаціонарних систем оперативного управління виробництвом

Підходячи до моделювання виробнических процесів, представимо модель виробническої системи в формі «чорного ящика», на вхід якого поступає керуючий сигнал $u(t)$, а на виході якого спостерігається контролюваний сигнал $y(t)$, зашумлений деяким неконтрольованим сигналом шуму $v(t)$. Потрібно знайти залежність вихідного сигналу $y(t)$ від керуючого сигналу $u(t)$ в формі зображення $y(t) = \{u(t), v(t)\}$.

При моделюванні динаміки виробництва часто використовуються стаціонарні лінійні моделі, що відповідають ідеалізованому опису реально протікаючих виробнических процесів. Якщо керуюче впливання $u(t)$ та контролюваний сигнал $y(t)$ стосуються до дискретним моментам часу $t_k = kT$ ($k = 1, 2, \dots$), то динамічні властивості стаціонарної лінійної незашумленої системи визначаються співвідношенням:

$$y(t) = \sum_{k=1}^{\infty} g(k)u(t-k), \quad t = 1, 2, \dots, \quad (2)$$

де $g(k)$ – вагова функція, що формує реакцію системи в формі вихідного сигналу $y(t)$ на скалярний вхідний сигнал $u(t)$.

Якщо ввести оператор зсуву назад формі:

$$q^{-1}u(t) = u(t-1), \quad q^{-2}u(t) = u(t-2), \quad q^{-m}u(t) = u(t-m), \quad (3)$$

то вхідно-вихідне рівняння системи можна записати як

$$y(t) = \sum_{k=1}^{\infty} g(k)u(t-k) = G(q) u(t) \quad (4)$$

або

$$y(t) = G(q) u(t), \quad (5)$$

де $G(q)$ – передаточна функція по керуванню, що відображає взаємозв'язок між вихідною $\{y(k)\}$ та вхідною $\{u(k)\}$ послідовностями формі:

$$G(q) = \sum_{k=1}^{\infty} g(k)q^{-k}. \quad (6)$$

При наявності сигналу адитивного шуму, прикладеного до виходу об'єкта керування, динамічні властивості стаціонарної лінійної зашумленої системи описуються співвідношенням:

$$y(t) = \sum_{k=1}^{\infty} g(k)u(t-k) + v(t) \quad (7)$$

або

$$y(t) = G(q) u(t) + v(t), \quad (8)$$

де $v(t)$ – сигнал шуму в момент часу t , значення якого раніше невідомо, однак на основі минулого поведіння системи можна зробити обґрунтований висновок про його майбутні значення.

Во багатьох випадках існують підстави вважати, що сигнал шуму $v(t)$ представляє реакцію деякого фільтра

$$v(t) = \sum_{k=0}^{\infty} h(k)e(t-k) = H(q) e(t) \quad (9)$$

або

$$v(t) = H(q) e(t), \quad (10)$$

де $h(k)$ – дискретна вагова функція $h(k)$ на вхідну послідовність $\{e(t)\}$ взаємно незалежних однаково розподілених випадкових величин з деякою функцією густоти ймовірності; $H(q)$ – передаточна функція фільтра шуму, рівна

$$H(q) = \sum_{k=0}^{\infty} h(k)q^{-k}. \quad (11)$$

Замість традиційного фільтра шуму з передаточною функцією $H(q)$ та нульовим індексом ($k = 0$) сумування на практиці часто використовується *монічний фільтр шуму*, у якого складаюча передаточної функції $h(k)$ при індексі $k = 0$ рівна одиниці, т.е. $h|_{k=0} = 1$, а сумування складаючих передаточної функції починається з індексу $k = 1$:

$$H(q) = 1 + \sum_{k=1}^{\infty} h(k)q^{-k}. \quad (12)$$

Рівняння лінійної стаціонарної динамічної системи (8) з урахуванням сигналу адитивного шуму (10) примет формі [5]:

$$y(t) = G(q) u(t) + H(q) e(t), \quad (13)$$

где $\{e(t)\}$ – последовательность взаимно независимых случайных величин с нулевым средним и конечной дисперсией.

Соотношение (13) принято трактовать как множество структур моделей, из которых для заданной совокупности наблюдений необходимо выбрать наиболее предпочтительное структурное описание. Выбор конкретной структуры модели линейной динамической системы определяется характеристиками передаточных функций $G(q)$, $H(q)$ и функции плотности распределения вероятности $f_e(\cdot)$ помехи $e(t)$.

При выборе структурного описания множества моделей будем исходить из предположения о наличии желательных свойств в передаточных функциях, основным из которых является рациональность, обеспечивающая представление каждой из передаточных функций правильной дробью. Числитель и знаменатель такой дроби должен описываться конечным набором чисел, т.е. должны отсутствовать нули числителя и полюсы знаменателя передаточных функций.

Предположим, что дробно-рациональные передаточные функции $G(q)$ и $H(q)$ описываются соотношениями:

$$G(q) = \frac{B(q)}{F(q)} \quad (14)$$

и

$$H(q) = \frac{C(q)}{D(q)}, \quad (15)$$

где $B(q)$, $C(q)$ и $F(q)$, $D(q)$ – полиномы числителя и знаменателя, равные:

$$B(q) = 1 + b_1q^{-1} + \dots + b_{n_b}q^{-n_b}; \quad (16)$$

$$C(q) = 1 + c_1q^{-1} + \dots + c_{n_c}q^{-n_c}; \quad (17)$$

$$F(q) = 1 + f_1q^{-1} + \dots + a_{n_f}q^{-n_f}; \quad (18)$$

$$D(q) = 1 + d_1q^{-1} + \dots + a_{n_d}q^{-n_d}, \quad (19)$$

тогда множество структур моделей линейной стационарной динамической системы (13) для дробно-рациональных передаточных функций (14) и (15) совпадает с множеством структур моделей Бокса-Дженкинса:

$$y(t) = \frac{B(q)}{F(q)} u(t) + \frac{C(q)}{D(q)} e(t) \quad (20)$$

или

$$y(t) = \frac{B(q)}{F(q)} u(t) + e(t). \quad (21)$$

Частным случаем множества структур моделей Бокса-Дженкинса (20) для дробно-рациональных передаточных функций вида

$$G(q) = \frac{B(q)}{A(q)} \quad (22)$$

и

$$H(q) = \frac{C(q)}{A(q)}, \quad (23)$$

где $A(q)$ – операторный полином знаменателя $G(q)$ и $H(q)$, равный

$$A(q) = 1 + a_1q^{-1} + \dots + a_{n_a}q^{-n_a}, \quad (24)$$

является множеством структур моделей ошибки уравнения

$$y(t) = \frac{B(q)}{A(q)} u(t) + \frac{C(q)}{A(q)} e(t), \quad (25)$$

которое часто принято записывать в виде:

$$A(q) y(t) = B(q) u(t) + C(q) e(t). \quad (26)$$

В качестве обобщенного множества модельных структур линейной стационарной динамической системы (20) примем расширенную модельную структуру вида:

$$A(q) y(t) = \frac{B(q)}{F(q)} u(t) + \frac{C(q)}{D(q)} e(t), \quad (27)$$

которая с учетом содержащейся в ней информации наиболее приемлема для синтеза оптимального множества модельных структур системы оперативного управления производством.

Обобщенное множество модельных структур (27) позволяет реализовать 32 различных варианта множества структурных моделей в зависимости от того, какие из пяти многочленов $A(q)$, $B(q)$, $C(q)$, $D(q)$ и $F(q)$ включены в модель для реализации желаемых динамических свойств модели [4]. Многообразие модельных структур (27) можно расширить введением блоков запаздывания, нелинейности, нестационарности и критериев статистического оценивания и робастности по отношению к исходным предпосылкам моделирования, внутренним возмущениям и проявлениям внешней среды [5].

Синтез структуры модели линейной динамической системы оперативного управления

Задача синтеза множества структур моделей линейной динамической системы (27) состоит в том, чтобы из допустимого множества полиномиальных блоков выбрать наиболее предпочтительные, позволяющие решить заданные задачи оперативного управления с показателями качества, не хуже требуемых. Многокритериальный вариант задачи синтеза предусматривает выбор наиболее предпочтительного варианта структуры модели из множества допустимых структур, удовлетворяющих функциональному назначению системы и являющихся предпочтительными по совокупности технико-экономических показателей $Q_1(x)$, $Q_2(x)$, ..., $Q_k(x)$.

Формализованная постановка задачи многокритериального синтеза в данном случае описывается моделью стохастического нелинейного программирования вида [6]:

$$S^* = \arg \operatorname{extr}_{S \in S_D} E \left\{ \sum_{i=1}^k \lambda_i [Q_i(S) - Q_i^*] / Q_i^* \right\}, \quad (28)$$

где S_D — область допустимых структур S ; Q_i — показатели качества функционирования системы; λ_i — весовые коэффициенты критериев, причем $\sum_i \lambda_i = 1$; $E\{\bullet\}$ — оператор математического ожидания.

Существуют различные способы выбора предпочтительной структуры модели временного ряда из класса отобранных структур. Эти подходы связаны с особенностями реализации выбранного класса моделей и представления случайного процесса. При построении моделей оперативного управления производством наиболее общим классом моделей-претендентов является класс RARIMAX-моделей, компоненты которого могут самостоятельно использоваться как авторегрессионные, стационарные, нестационарные, нелинейные и робастные к различным проявлениям среды модели.

Начнем процедуру синтеза с построения множества структур модели динамического процесса в классе ARMA-моделей, взяв в качестве исходного операторное уравнение помех

$$v(t) = H(q) e(t) = \frac{C(q)}{A(q)} e(t), \quad (29)$$

которое представим в виде

$$A(q) v(t) = C(q) e(t), \quad (30)$$

где $\{e(t)\}$ — белый шум с дисперсией σ_e^2 ; $H(q)$ — рациональная передаточная функция, числитель и знаменатель которой определяются соотношениями (17) и (24).

Операторное уравнение (30) представляет собой ARMA(n_a, n_c)-модель

$$\begin{aligned} v(t) + a_1 v(t-1) + \dots + a_{n_a} v(t-n_a) = \\ = e(t) + c_1 e(t-1) + \dots + c_{n_c} e(t-n_c), \end{aligned} \quad (31)$$

которая может иметь следующие составляющие:

1. Авторегрессионная AR(n_a)-модель сигнала шума $v(t)$ n_a -го порядка:

$$\begin{aligned} v(t) + a_1 v(t-1) + \dots + a_{n_a} v(t-n_a) = \\ = \mu + e(t), \end{aligned} \quad (32)$$

где $v(t)$, $v(t-1)$, ..., $v(t-n_a)$ — отсчеты, представляющие собой текущее $v(t)$ и прошлые $v(t-1)$, ..., $v(t-n_a)$ значения случайного процесса; n_a — количество отсчетов, определяющее число переменных и искомых коэффициентов модели (порядок или структуру модели); μ — константа, отражающая начальные условия; a_1, \dots, a_{n_a} — коэффициенты модели.

Авторегрессионная AR(n_a)-модель (32) представляет частный случай ARMA(n_a, n_c)-модели (31) при $n_c = 0$. Если $e(t)$ является белым шумом, то модель (32) описывает авторегрессионный

процесс n_a -го порядка. Текущее значение AR(n_a)-процесса выражается как смещенная на μ совокупность предыдущих значений $v(t)$ и импульса $e(t)$. Авторегрессионная AR(n_a)-модель содержит $n_a + 2$ неизвестных коэффициентов: $\mu, a_1, a_2, \dots, a_{n_a}, \sigma_e^2$, которые вычисляются по результатам наблюдений, где σ_e^2 — дисперсия белого шума $e(t)$. Модель несмещенного AR(n_a)-процесса при $\mu = 0$ принимает вид:

$$v(t) + a_1 v(t-1) + \dots + a_{n_a} v(t-n_a) = e(t), \quad (33)$$

2. Модель скользящего среднего MA(n_c)-модель n_c -го порядка:

$$v(t) = \mu + e(t) + c_1 e(t-1) + \dots + c_{n_c} e(t-n_c), \quad (34)$$

из которой следует, что текущее значение сигнала помехи $v(t)$ является комбинацией константы μ , текущего $e(t)$ и всех прошлых $e(t-1), \dots, e(t-n_c)$ значений случайной величины $e(t)$, являющейся по предположению белым шумом.

Модель скользящего среднего MA(n_c) (34) представляет собой второй частный случай ARMA(n_a, n_c)-модели (31) при $n_a = 0$. Если $e(t)$ является белым шумом, то MA(n_c)-модель описывает процесс скользящего среднего MA(n_c)-процесс n_c -го порядка. Для построения MA(n_c)-модели необходимо определить $n_c + 2$ неизвестных коэффициента: $\mu, c_1, c_2, \dots, c_{n_c}, \sigma_e^2$. Если в выражении (34) $\mu = 0$, то имеет место чистый MA(n_c)-процесс скользящего среднего n_c -го порядка, описываемый соотношением:

$$v(t) = e(t) + c_1 e(t-1) + \dots + c_{n_c} e(t-n_c), \quad (35)$$

Модели скользящего среднего предпочтительнее использовать в сочетании с авторегрессионными процессами. Это позволяет сосредоточить внимание на самых последних наблюдениях (в отличие от процессов чистой авторегрессии). Прогнозирование следующего наблюдения с помощью скользящего среднего основывается на оценке текущего случайного шума $e(t)$. За пределами следующего наблюдения наилучшим прогнозом является оценка долгосрочного среднего μ , поскольку процесс скользящего среднего забывает все свое прошлое, за исключением последнего наблюдения.

3. Авторегрессионная модель со скользящим средним (n_a, n_c)-го порядка ARMA(n_a, n_c)-модель:

$$\begin{aligned} v(t) + a_1 v(t-1) + \dots + a_{n_a} v(t-n_a) = \\ = \mu + e(t) + c_1 e(t-1) + \dots + c_{n_c} e(t-n_c), \end{aligned} \quad (36)$$

которая при $\mu = 0$ превращается в уравнение (31). Сочетание процессов авторегрессии и скользящего среднего повышает эффективность при управлении производством. Память ARMA(n_a, n_c)-процесса сочетает в себе память процесса ав-

торегрессии с памятью процесса скользящего среднего. В результате получается процесс авторегрессии с улучшенной краткосрочной памятью.

Количество параметров ARMA(n_a, n_c)-модели равно $n_a + n_c + 2$, из них n_a коэффициентов авторегрессии, n_c коэффициентов скользящего среднего и два параметра шумовой последовательности μ и σ_e^2 . Варьированием значений коэффициентов a_1, \dots, a_{n_a} и c_1, \dots, c_{n_c} , можно выбрать модель, которая достаточно качественно опишет любой набор данных временного ряда. Модели авторегрессии со скользящим средним позволяют достаточно хорошо описать стационарные производственные процессы.

Многие реальные процессы имеют нестационарный характер, проявляющийся в том, что средние значения и дисперсии стохастических рядов изменяются во времени. Несмотря на то, что средние, относительно которых происходят флуктуации процесса, для определенных интервалов времени могут быть разными, общее поведение рядов с учетом различий относительно средних может оказаться сходным. Для математического описания нестационарных процессов используются авторегрессионные интегрированные модели скользящего среднего ARIMA(n_a, d, n_c), где d – порядок разностного оператора, превращающего нестационарный процесс в стационарный.

4. Авторегрессионная интегрированная модель скользящего среднего (n_a, d, n_c)-го порядка ARIMA(n_a, d, n_c)-модель:

$$v(t) - v(t-1) = a_1 v(t-1) + \dots + a_{n_a} v(t-n_a) + \varphi [v(t-1) - v(t-2)] + e(t) + c_1 e(t-1) + \dots + c_{n_c} e(t-n_c), \quad (37)$$

которая получается путем суммирования модели авторегрессии n_a -го порядка, модели скользящего среднего n_c -го порядка и модели принудительного интегрирования временного ряда, обладающего d -ым порядком гладкости.

В ARIMA-процессе содержится информация о том, где он находится, как он попал в это состояние, а также о части предыдущего шумового компонента. ARIMA-процесс может служить моделью временного ряда, который является очень гладким и медленно изменяет свое направление. ARIMA-процесс является нестационарным, поскольку его состояния получается суммированием состояний ARMA-процесса. С течением времени такой ряд удаляется все дальше от своего исходного состояния. ARIMA-модели находят свое широкое применение для математического описания поведения нестационарных временных рядов различных производственных процессов.

5. Авторегрессионная ARX(n_a, n_b)-модель выход-

ного сигнала $y(t)$ (n_a, n_b)-го порядка, расширенная управляющим $u(t)$ и возмущающим $e(t)$ воздействиями:

$$y(t) + a_1 y(t-1) + \dots + a_{n_a} y(t-n_a) = b_1 u(t-1) + \dots + b_{n_b} u(t-n_b) + e(t) \quad (38)$$

или

$$A(q) y(t) = B(q) u(t) + e(t) \quad (39)$$

представляет частный случай уравнения (26) при $C(q) = 1$. В авторегрессионную модель (38) – (39) входит белый шум $e(t)$ как непосредственная ошибка, поэтому ARX(n_a, n_b)-модель называется моделью ошибки уравнения. В случае $n_c = 0$ выходной сигнал $y(t)$ описывается моделью с конечной памятью. Такие модели широко применяются при обработке различного рода сигналов. Для построения ARX(n_a, n_b)-модели необходимо определить $n_a + n_b$ настраиваемых параметров.

6. Авторегрессионная ARMAX(n_a, n_b, n_c)-модель выходного сигнала $y(t)$ со скользящим средним помехи $e(t)$ (n_a, n_b, n_c)-го порядка:

$$y(t) + a_1 y(t-1) + \dots + a_{n_a} y(t-n_a) = b_1 u(t-1) + \dots + b_{n_b} u(t-n_b) + e(t) + c_1 e(t-1) + \dots + c_{n_c} e(t-n_c), \quad (40)$$

которая включает в себя авторегрессионную составляющую $A(q) y(t)$ по выходному сигналу $y(t)$, инкрементную (экзогенную) составляющую $B(q) u(t)$ по управляющему воздействию $u(t)$ и шумовую составляющую скользящего среднего помехи $C(q) e(t)$. ARMAX-модели являются фактическим стандартом создания моделей производственных систем. При построении ARMAX-модели необходимо оценить $n_a + n_b + n_c$ настраиваемых параметров модели.

7. Авторегрессионная ARIMAX(n_a, d, n_b, n_c)-модель выходного сигнала $y(t)$ с интегрированным скользящим средним помехи $e(t)$, расширенная управляющим воздействием $u(t)$ (n_a, d, n_b, n_c)-го порядка:

$$z(t) = m + a_1 z(t-1) + \dots + a_{n_a} z(t-n_a) + e(t) + c_1 e(t-1) + \dots + c_{n_c} z(t-n_c) + b_1 u(t-1) + \dots + b_{n_b} u(t-n_b), \quad (41)$$

где $z(t)$ – приведенный к стационарному временной ряд, члены которого вычисляются по формуле $z(t) = \Delta^d y(t)$ как разности d -го порядка.

ARIMAX(n_a, d, n_b, n_c)-модель получается в результате суммирования модели процесса авторегрессии n_a -го порядка, модели процесса скользящего среднего n_c -го порядка, модели процесса принудительного интегрирования временного

ряда, обладающего d -ым порядком гладкости, и модели управляющего воздействия $u(t)$ n_b -го порядка.

8. Робастная авторегрессионная RARIMAX(n_a, d, n_b, n_c, ρ)-модель выходного сигнала $y(t)$ с интегрированным скользящим средним помехи $e(t)$, расширенная управляющим воздействием $u(t)$ (n_a, d, n_b, n_c, ρ)-го порядка, полученная суммированием модели процесса авторегрессии n_a -го порядка, модели процесса скользящего среднего n_c -го порядка, модели процесса принудительного интегрирования временного ряда, обладающего d -ым порядком гладкости, и модели управляющего воздействия $u(t)$ n_b -го порядка с параметром робастности ρ , отражающим свойство устойчивости модели к отклонениям исходных предпосылок.

Актуальность и новизна полученных результатов

Выполненные исследования показали актуальность и важность проблемы оперативного управления производством с использованием адаптивных математических моделей. Проанализированы качественные характеристики основных типов допустимых множеств моделей, к которым относятся авторегрессионные ARX-модели с управляющими воздействиями, авторегрессионные ARMAX-модели выходного сигнала со скользящим средним помехи, авторегрессионные ARIMAX-модели выходного сигнала с интегрированным скользящим средним помехи, робастные авторегрессионные RARIMAX-модели, т.е. ARIMAX-модели, устойчивые к отклонениям исходных предпосылок.

Впервые сформулирована и формализована математическая постановка задачи многокритер-

иального синтеза множества структур моделей оперативного управления производством по совокупности технико-экономических показателей. Разработана и апробирована эвристическая вычислительная процедура решения слабоструктурированной задачи синтеза множества структур моделей с использованием методов стохастического нелинейного программирования в системах поддержки принятия решений при оперативном управлении производственными процессами.

Литература:

1. Бокс Дж., Дженкинс Г. Анализ временных рядов. Прогноз и управление. — М.: Мир, 1974. — Вып. 1. — 406 с.; Вып. 2. — 197 с.
2. Бородакий Ю.В. и др. Вероятностно-статистические методы обработки данных в информационных системах. — М.: Радио и связь, 2003. — 264 с.
3. Сигел Э.Ф. Практическая бизнес-статистика. — М.: Вильямс, 2002. — 1056 с.
4. Льюнг Л. Идентификация систем. Теория для пользователя. — М.: Наука, 1991. — 432 с.
5. Авраменко В.П., Петренко В.Р., Кротюк И.Г. Спецификация прогнозирующей модели для системы оперативного управления производством монокристаллов кремния // *Нові технології*. — 2003. — № 2 (3). — С. 11-17.
6. Цвиркун А.Д. Основы синтеза структуры сложных систем. — М.: Наука, 1982. — 200 с.

Поступила в редакцию 18.01.2004.

© Авраменко В.П., 2004.

© Левыкин В.М., 2004.

© Кротюк И.Г., 2004.

Авраменко Валерий Павлович, д.т.н.,

Харьковский национальный университет радиоэлектроники.

Левыкин Виктор Макарович проф., д.т.н., зав. каф.,
Харьковский национальный университет радиоэлектроники.

Кротюк Ирина Григорьевна, ст. препод.,
Институт экономики и новых технологий, г. Кременчуг.

УДК 658.1

СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ: ПРОБЛЕМА ВЫБОРА

А.П. Оксанич, В.Р. Петренко, И.В. Шевченко.
Институт экономики и новых технологий, г. Кременчуг.

Розглядається еволюція автоматизованих систем керування підприємствами і проблема вибору корпоративної інформаційної системи стандарту ERP-MRP II.

Ключові слова: система керування підприємством; принципи побудови; бізнес-функції; функціональні модулі; адаптація; упровадження.

Введение

В условиях жесткой конкуренции и динамичного рынка даже самые консервативные и небо-

гатые предприятия не могут позволить себе отказаться от такого мощного средства развития, как автоматизация.

зувати фільтрацію шаблонів в системах підтримки прийняття рішень при синтезі бізнес-процесів на основі документообігу організації.

Л. 5. Бібліогр.: 3 назв.

УДК 681.324: 519.713

Синтез множини структур моделей оперативного управління виробництвом / В.М. Левикін, В.П. Авраменко, І.Г. Кротюк // Нові технології. 2004. № 1-2 (4-5). С. 174.

Досліджено методи побудови математичних моделей виробничих процесів, заданих часовими рядами. Виконано аналіз множини структур моделей системи оперативного управління виробництвом. Сформульовано постановку задачі і розроблено процедури синтезу множини структур моделей за сукупністю техніко-економічних показників. Розроблені методи аналізу і синтезу використовуються в системах підтримки прийняття рішень при оперативному управлінні виробничими процесами.

Бібліогр.: 6 назв.

УДК 658.1

Сучасні системи управління підприємством: проблеми вибору / А.П. Оксанич, В.Р. Петренко, І.В. Шевченко // Нові технології. 2004. № 1-2 (4-5). С. 179.

Розглядається еволюція автоматизованих систем управління підприємствами і проблема вибору корпоративної інформаційної системи стандарту ERP-MRP II.

Бібл. 2.

УДК 658.012:681.3

Маршрутизація та контроль руху технологічних транспортних засобів / В.М. Левикін, І.В. Шевченко // Нові технології. 2004. № 1-2 (4-5). С. 182.

Розглядається задача автоматизованого управління рухом технологічних транспортних засобів (ТЗ) на технологічних майданчиках. Запропонована графова модель майданчика, на її основі розроблено метод адаптивної маршрутизації та контролю руху транспортних засобів. Запропонований метод дозволяє одержати такі результати: математичне обґрунтування безпеки обраних шляхів; адаптивний вибір шляхів, за допомогою якого ТЗ може змінити маршрут у процесі руху; поширеність моделі і незалежність алгоритму роботи диспетчера від фізичної моделі ТЗ.

Л. 3. Бібліогр. 3.

УДК 681.324

Дистанційне навчання — освітня система XXI століття: проблеми, ідеї, технології / О.М. Польшакова, О.А. Стенін // Нові технології. 2004. № 1-2 (4-5). С. 187.

Сформульована своя концепція створення дистанційних навчальних систем на прикладі курсу "Теорія автоматичного управління" для технічних спеціальностей у вищих навчальних закладах. В статті коротко обумовлені загальні принципи управління навчальним процесом в автоматизованій навчальній системі на прикладі курсу "ТАУ".

Бібліогр.: 6 назв.

УДК 621.865.8

Формалізація маніпуляційних можливостей промислових роботів, які застосовуються у ГВС металообробки / О.А. Стенін, С.В. Лапковський, М.О. Солдатова // Нові технології. 2004. № 1-2 (4-5). С. 190.

Запропоновано принципи формалізованого аналізу маніпуляційних можливостей промислових роботів (ПР). Ці принципи можуть бути використані при технологічній підготовці виробництва гнучких виробничих систем (ГВС).

Табл. 1. Л. 6. Бібліогр.: 7 назв.

УДК 681.324

Математична модель і ефективність системи / А.Ю. Гайда // Нові технології. 2004. № 1-2 (4-5). С. 194.

Прогрес в галузі комп'ютерних інформаційних технологій забезпечує автоматизацію різних сфер діяльності людини.

in the systems of support of acceptance of decisions in case of synthesis business-processes on the basis of organization turn of document.

Fig. 5. Ref.: 3 items.

UDC 681.324: 519.713

Synthesis of great number of structures of models of operations efficient management / V.M. Levykin, V.P. Avramenko, I.G. Krotuk // New technologies. 2004. 1-2 (4-5). P. 174.

The methods of construction of mathematical models of production processes set by the sentinel rows explore. The analysis of great number of structures of models of the system of operations efficient management executes. Raising a task formulates and develop procedures of synthesis of great number of structures of models after aggregate of technical-economical indexes. The develop methods of analysis and synthesis use in the systems of support of acceptance of decisions in case of production processes efficient control.

Ref.: 6 items.

UDC 658.1

Modern control systems of the enterprise: a problem of choice / A.P. Oksanich, V.R. Petrenko, I.V. Shevchenko // New technologies. 2004. 1-2 (4-5). P. 179.

The evolution of automated control systems of the enterprises and problem of choice of a corporate information system of the standard ERP-MRP II is considered.

Ref. 2 Items.

UDC 658.012:681.3

Routing and monitoring of movement of technological means of transport / V.M. Levikin, I.V. Shevchenko // New technologies. 2004. 1-2 (4-5). P. 182.

In work the problem of an automated traffic control of technological means of transport on technological sites is considered. The model of a site is offered, and on its basis the method of a traffic control at a level of routing is developed. The offered method allows to achieve the following outcomes: the mathematical substantiation of safety of selected paths; adaptive choice of paths, for want of which the transport can change a route during movement; expandability of a model and independence of algorithm of a physical model of the means of transport.

Fig. 3. Ref. 3. Items

UDC 681.324

Teaching controlled from distance is the educational system of XXI age: problems, ideas, technologies / O.M. Polshakova, O.A. Stenin // New technologies. 2004. 1-2 (4-5). P. 187.

Formulate its conception of creation of the educational systems controlled from distance on example of course "Theory of automatic control" for the technical specialities in the higher educational establishments. In article shortly conditioned general principles of control educational process in the automated educational system on example of course "TAK".

Ref.: 6 items.

UDC 621.865.8

Formalises of manipulation possibilities of industrial robots which are used in GVC metal-working / O.A. Stenin, S.V. Lapkovsky, M.O. Soldatova // New technologies. 2004. 1-2 (4-5). P. 190.

The principles of formalisation analysis of manipulation possibilities of industrial robots offer (IR). These principles there can be the use for the technological preparation productions of the flexible production systems (GVC).

Tabl. 1. Fig. 6. Ref.: 7 items.

UDC 681.324

Mathematical model and system efficiency / A.Y. Gayda // New technologies. 2004. 1-2 (4-5). P. 194.

The progress in industry of computer information technologies secures automation of different spheres of man activity. One of