
УДК 658.51:621.315.592

А.Г. ПЕТРОВ, В.Р. ПЕТРЕНКО

РОЗРОБКА СТРУКТУРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ БАГАТОПРОДУКТОВИХ БАГАТОСТАДІЙНИХ ДИСКРЕТНИХ ВИРОБНИЦТВ

Наводиться структура об'єктної імітаційної моделі (ІМ) багатопродуктових багатостадійних дискретних виробництв (ББДВ), узагальнений кортежний опис її структурних елементів. Виділяються основні типи структурних елементів, для елементів кожного типу описуються властивості та множини подій, які обробляються або генеруються. Наводиться формалізований опис методів елементів кожного типу. Результати роботи можуть слугувати основою для алгоритмічної та програмної реалізації ІМ ББДВ.

1. Вступ

До ББДВ можуть бути віднесені виробництва, структура яких представляється послідовністю виробничих ланок, що реалізують технологічні операції по обробці продуктів (точніше, напівпродуктів) декількох видів. Основні особливості ББДВ можна охарактеризувати так:

- продукти передаються з однієї операції на іншу передавальними партіями, величина яких в загальному випадку може бути різною для різних операцій;
- кожна виробнича ланка містить обладнання декількох типів, які відрізняються тривалістю процесу обробки, об'ємом споживаємих ресурсів та кількістю одночасно оброблюваних продуктів. Будь-який вид продуктів може оброблятися на обладнанні будь-якого типу, але з різною економічною ефективністю:

– з кожною технологічною операцією зв’язані вхідний і вихідний накопичувачі продуктів, вмістимість яких може бути обмежена;

– інтегральним показником впливу стохастичних збурень технологічних процесів на хід виробничого процесу виступає коефіцієнт виходу кондиційних продуктів на кожній операції;

– значна кількість видів браку на кожній операції, причому деякі з них можуть бути регенеровані шляхом обробки на деяких попередніх операціях (наявність зворотного матеріального зв’язку).

Типовим представником ББДВ може слугувати виробництво кремнієвих структур, особливості якого розглянуті в [1].

Неможливість отримання адекватних аналітичних моделей функціонування виробництв класу ББДВ зумовлює необхідність використання для вирішення задач оперативного управління ходом виробництва імітаційного моделювання. Метод імітаційного моделювання в найзагальнішому вигляді може бути визначений як експериментальний метод дослідження реальної системи по її імітаційній моделі, який поєднує особливості експериментального підходу і специфічні умови використання обчислювальної техніки. Схематично процес імітаційного моделювання може бути представлений на рис. 1.

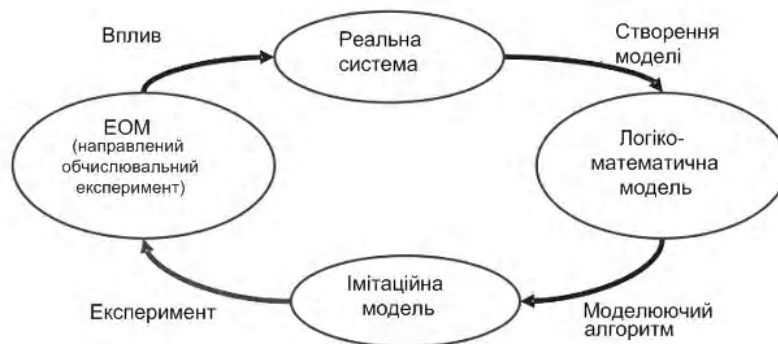


Рис. 1. Схема імітаційного моделювання

Особливістю імітаційного моделювання є те, що імітаційна модель дозволяє відтворювати модельовану систему зі збереженням її логічної структури і поведінкових властивостей (послідовності чергування в часі подій, що відбуваються в системі), тобто динаміки взаємодій. Побудова імітаційної моделі полягає в описі структури, структурних елементів і процесів функціонування модельованої системи.

Щоб розробити імітаційну модель, необхідно: представити реальну систему як сукупність взаємодіючих елементів; алгоритмічно описати функціонування окремих елементів; описати процес взаємодії різних елементів між собою та зовнішнім середовищем.

Можна виділити методи імітаційного моделювання:

- агентне моделювання – відносно новий напрям в імітаційному моделюванні, яке, як правило, використовується для дослідження розподілених систем, динаміка функціонування яких визначається не глобальними правилами і законами (як в інших парадигмах моделювання), а навпаки, коли ці глобальні правила і закони є результатом індивідуальної активності членів групи. Мета агентних моделей – отримати уявлення про ці глобальні правила, загальну поведінку системи, виходячи з припущень про індивідуальну, приватну поведінку її окремих активних об’єктів і взаємодію цих об’єктів у системі. Агент – сутність, що володіє активністю, автономною поведінкою, може приймати рішення відповідно до деякого набору правил, взаємодіяти з оточенням, а також самостійно змінюватися;

- дискретно-подійне моделювання – підхід до моделювання, що пропонує абстрагуватися від безперервної природи подій і розглядати лише основні події модельованої системи, такі як: «чекання», «обробка замовлення», «рух з вантажем», «розвантаження» та інші. Дискретно-подійне моделювання найбільш розвинене і має величезну сферу застосування – від логістики і систем масового обслуговування до транспортних і виробничих систем. Цей вид моделювання найбільш підходить для моделювання виробничих процесів. Заснований Джеффри Гордоном в 1960-х роках;

- системна динаміка – парадигма моделювання, коли для досліджуваної системи будуються графічні діаграми причинних зв'язків і глобальних впливів одних параметрів на інші в часі, а потім створена на основі цих діаграм модель імітується на комп'ютері. По суті, такий вид моделювання краще за інші парадигми моделювання допомагає зрозуміти суть причинно-наслідкових зв'язків, що мають місце між об'єктами і явищами. За допомогою системної динаміки будують моделі бізнес-процесів, розвитку міста, моделі виробництва, динаміки популяції, екології, розвитку епідемії. Метод заснований Дж. Форрестером в 1950-х роках.

На сьогодні відома значна кількість різноманітних інструментальних засобів для імітаційного моделювання. Зокрема, це ISS 2000 [2], MODSIM III [3], GPSS-World [2,4], SIMSCRIPT II.5 [5], VSE [6], SimuLink [7], Stella, Think, T-Prolog [8], Triad.Net, AnyLogic, PDO [9], eM-Plant, Powersim, Transyt, Tecnomatix Plant Simulation і ін. Деякі з них забезпечують реалізацію якогось одного методу імітаційного моделювання (наприклад, GPSS-World реалізує дискретно-подійне моделювання), а деякі – комбінацію різних методів (наприклад, AnyLogic підтримує всі три методи моделювання). Огляд всіх можливостей цих інструментальних засобів не є метою даної роботи, тому обмежимося лише фіксацією деяких характеристик, які властиві більшості з перелічених засобів і які в певній мірі відображають сучасні тенденції розвитку систем імітаційного моделювання. Зокрема, це: певна універсальність, тобто орієнтованість на достатньо широке коло предметних областей; об'єктно-орієнтований підхід до побудови моделей; наявність бібліотек базових об'єктів і засобів їх поповнення; наявність засобів візуального проектування моделі і візуалізації результатів моделювання; можливість зміни поведінки базових об'єктів шляхом модифікації існуючих або реалізації нових методів цих об'єктів за допомогою вбудованої мови програмування; наявність засобів планування імітаційних експериментів і управління їх реалізацією.

Необхідно відмітити, що використання універсальних систем імітаційного моделювання найбільш ефективно при проектуванні різноманітних виробничих, логістичних систем, систем управління ними або при їх дослідженні з метою визначення оптимальних значень параметрів або режимів функціонування. Але їх використання при вирішенні задач оперативного управління ходом виробництва є малоефективним. Це обумовлено, по-перше, суттєвими проблемами спрягання цих систем з системами оперативного управління, громіздкістю можливого їх вирішення і суттєвими додатковими фінансовими витратами, а по-друге, необхідністю наявності на підприємстві спеціалістів по використовуваній системі імітаційного моделювання. В даному випадку більш ефективним є розробка спеціалізованої імітаційної моделі об'єкта управління і вбудовування її в систему оперативного управління. При цьому для реалізації імітаційної моделі, як правило, використовуються ті ж самі засоби, що і для реалізації системи оперативного управління. Розробка підходів до створення таких спеціалізованих імітаційних моделей на сьогодні є актуальною проблемою. Окремі спроби її вирішення описані в літературі. Наприклад, в роботі [10] для цього використовується математичний апарат мереж Петрі, в роботі [11] – комбінація методу Монте-Карло і методів теорії напівмарківських процесів. Всі ці підходи не можуть в повній мірі врахувати особливості розглянутого ББДВ і для своєї реалізації потребують значного об'єму апріорної інформації.

2. Постановка задачі

Мета даної роботи – опис структурних елементів імітаційної моделі ББДВ, що базується на:

- інтегральному врахуванні стохастичних збурень технологічних процесів виробничих ланок через коефіцієнти виходу кондиційних продуктів, що моделюються за допомогою ARIMA-моделей або заданих законів розподілу випадкових величин;
- моделюванні відмов обладнання на основі використання закону розподілу рідких подій;
- використанні об'єктно-орієнтованого підходу до опису функціонування виробничих ланок.

Основне призначення імітаційної моделі – це її використання при вирішенні задачі оперативного управління запуском продуктів в обробку. При цьому може вирішуватися як пряма задача імітаційного моделювання – скільки готової продукції і через який час буде отримано при відомому на поточний момент часу векторі запуску продуктів в обробку, так і

зворотня задача – визначення необхідного вектора запуску продуктів в обробку і часу упередження для отримання заданої кількості готової продукції. Крім того, за допомогою імітаційної моделі можуть бути вирішені й інші задачі, пов'язані з функціонуванням виробничої системи: визначення раціональних міжопераційних страхових запасів, планування ремонтного обслуговування, управління ресурсами та ін.

3. Структура імітаційної моделі

Імітаційна модель являє собою сукупність об'єктів (невеликої кількості типів) і процесів їх взаємодії один з одним (рис.2).

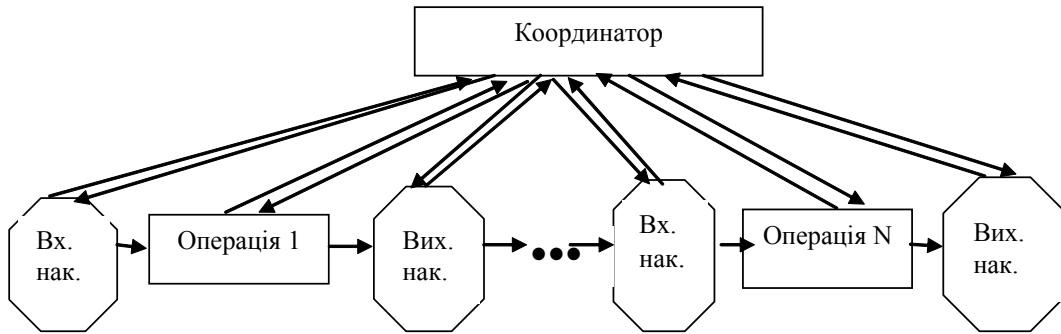


Рис. 2. Структура імітаційної моделі

Базовими типами об'єктів є: «Операція», «Вхідний накопичувач», «Вихідний накопичувач», «Координатор». Структура об'єкта кожного типу може бути описана кортежем $\langle P, M, E_IN, E_OUT \rangle$, де P – множина властивостей (полів) об'єкта, M – множина методів об'єкта, E_IN – множина подій, на які реагує об'єкт, E_OUT – множина подій, які генерує об'єкт. Імітаційна модель при цьому має дворівневу структуру, на верхньому рівні якої функціонує об'єкт типу «Координатор», а на нижньому – необхідна кількість (визначається структурою виробничого процесу) об'єктів інших розглянутих типів.

4. Опис структурних елементів моделі

Об'єкт типу «Операція» - основний структурний елемент нижнього рівня. Цей об'єкт містить в собі набір полів, методів та подій, необхідних для виконання моделювання технологічної операції і визначення результатів обробки продуктів на даній технологічній операції.

Елемент «Операція» містить в собі такі *поля*: OP – порядковий номер операції в технологічному процесі; I – кількість типів обладнання; n_i , $i = 1, I$ – кількість одиниць i -го типу обладнання; d_i^j – кількість одночасно оброблюваних одиниць j -го продукту на одиниці обладнання i -го типу (об'єм загрузки); τ_i^j – тривалість процесу обробки продуктів типу j на обладнанні i -го типу (з врахуванням підготовчих і контрольних операцій); M – кількість типів ресурсів, що використовуються в процесі обробки; $r_m(t)$ – поточна наявна кількість ресурсу типу m ; $r_{m,i}^j$ – витрата ресурсу m -го типу на процес обробки продуктів j -го типу на обладнанні i -го типу; $IN^j(t)$ – поточний об'єм j -го напівпродукту у вхідному накопичувачі; $S_{ki}(t) \in \{0, 1, 2\}$ – поточний стан k -ї одиниці обладнання i -го типу, $k = \overline{1, n_i}$, де 0 – реалізує процес обробки, 1 – очікує завантаження, 2 – знаходиться на ремонті; L – кількість видів браку, що повертається на регенерацію; $B_{il}^j(t)$ – поточний коефіцієнт l -го виду регенованого браку при обробці j -го виду продукту на обладнанні i -го типу, $l = \overline{1, L}$; OP_l^j – номер операції, на яку передається на регенерацію брак типу l , отриманий при обробці продукту j -го типу, $l = \overline{1, L}$; $j = \overline{1, J}$; fB_{il}^j – закон розподілу B_{il}^j ; $\eta_i^j(t)$ – поточний коефіцієнт виходу кондиційного продукту виду j при обробці на обладнанні i -го типу; $OUT^j(t)$ – поточний об'єм j -го продукту в вихідному накопичувачі; $VZ_i^j(t)$ – кількість одиниць обладнання i -го типу, назначених для обробки продукту типу j ; $f\eta_i^j$ – закон розподілу η_i^j ; $ARIMA(\eta_i^j(t-k)\tau_i^j)$, $k=1, 2, \dots, K$; \mathbf{B} – $ARIMA$ -модель послідовності спостережень η_i^j , \mathbf{B} – вектор параметрів моделі; $P^j(t)$ – поточний пріоритет j -го виду продукту; z_m – вартість одиниці ресурсу m -го типу; C^j – умовна ціна одиниці j -го продукту після обробки на даній операції; VP^j – об'єм

передавальної партії j -го продукту на наступну операцію; $RR \in \{1, 2, 3\}$ – режим роботи, що визначає кількість змін; $zm(t)$ – номер поточної зміни.

Події, на які реагує об'єкт «Операція»: E1 – зміна стану вхідного накопичувача напівпродуктів; E2 – зміна поточного стану ресурсів на даній операції; E3 – закінчення процесу обробки на будь-якій одиниці обладнання; E4 – закінчення формування передавальної партії продуктів; E5 – початок зміни; E6 – кінець зміни; E7 – повернення обладнання з ремонту.

Елемент генерує події: E8 – «Завантаження» та E9 – «Результат обробки».

Методи об'єкта «Операція»:

O_M1 – «Завантаження обладнання». Метод ініціюється при настанні однієї з подій: E1, E2, E3, E5, E7. Суть його полягає в тому, що при наявності обладнання зі статусом $S_{ki}(t)=1$, $k = \overline{1, n_i}$, $i = \overline{1, I}$ і наявності напівпродуктів у вхідному накопичувачі відбувається назначення їх для обробки на вільному обладнанні при наявності необхідної кількості ресурсів всіх видів.

Черговість вибору напівпродуктів для обробки визначається відповідно до їх пріоритетів $P_j(t)$, $j = \overline{1, J}$. Вибір того чи іншого типу обладнання, вільного на момент виконання даного методу, для обробки продукту з найвищим поточним пріоритетом виконується по запропонованому авторами критерію максимуму умовного прибутку [12]. Метод також генерує подію E8 – «Завантаження».

O_M2 – «Запит інформації про стан вхідного накопичувача».

Метод викликається з методу *O_M1* і оновлює значення $IN^j(t)$, $j = \overline{1, J}$.

O_M3 – «Визначення результату обробки». Метод ініціюється при настанні події E3. Він визначає кількість кондиційних продуктів і кількість бракованих продуктів по кожному з регенерованих видів браку:

$$KP_i^j(t) = d_i^j \eta_i^j(t); VP_{ii}^j(t) = d_i^j V_{ii}^j(t). \quad (1)$$

Відповідно до значення OP_i^j змінюється значення відповідного вхідного накопичувача (операції OP_i^j) – збільшується на величину $VP_{ii}^j(t)$. Генерується подія E9 («Результат обробки»). У випадку, коли $OUT^j(t-1) + \sum_i KP_i^j \geq VP^j$, $j = \overline{1, J}$, генерується подія E4.

O_M4 – «Генерація значень $V_{ii}^j(t)$ ». Метод генерує значення $V_{ii}^j(t)$ відповідно до закону розподілу fV_{ii}^j . Він визивається з методу *O_M3*.

O_M5 – «Генерація значень $\eta_i^j(t)$ ». Метод визивається з методу *O_M3*. Він генерує значення $\eta_i^j(t)$ відповідно до моделі ARIMA ($\eta_i^j(t-k \tau_i^j)$, $k=1, 2, \dots, K$; \mathbf{B}), або з використанням закону розподілу $f\eta_i^j$.

Елемент типу «Вхідний накопичувач» містить такі поля:

OP – номер технологічної операції, для якої накопичувач є вхідним;

$IN^j(t)$, $j = \overline{1, J}$ – кількість напівпродуктів j -го виду в накопичувачі на поточний момент часу.

Методи елемента:

VxH_M1 – «Поповнення накопичувача», ініціюється при настанні події E4, згенерованої об'єктом «Операція» з номером OP-1. Метод змінює стан накопичувача відповідно до (2) і генерує подію E1:

$$IN^j(t) = IN^j(t) + VP_{(OP-1)}^j(t), \quad j = \overline{1, J}. \quad (2)$$

VxH_M2 – «Зменшення накопичувача», ініціюється при настанні події E8, згенерованої об'єктом «Операція» з номером OP. Метод змінює стан накопичувача так:

$$IN^j(t) = IN^j(t) - \sum_i n_i^j(t) d_i^j, \quad j = \overline{1, J}, \quad (3)$$

де $n_i^j(t)$ – кількість одиниць обладнання i -го типу, виділених для обробки продуктів j -го виду при останній реалізації методу *O_M1* об'єкта «Операція» з номером OP.

Елемент типу «Вихідний накопичувач» містить такі поля:

OP - номер об'єкта «Операція», для якої накопичувач є вихідним;

$OUT^j(t)$, $j=1, J$ – кількість напівпродуктів j – го виду в накопичувачі на поточний момент часу.

Методи елемента:

VixH_M1- «Поповнення», ініціюється при настанні події E9, згенерованої об'єктом «Операція» з номером OP. Метод змінює стан накопичувача так:

$$OUT^j(t) = OUT^j(t) + \sum_i KP_i^j(t), \quad j = \overline{1, J}. \quad (4)$$

VixH_M2- «Зменшення» - ініціюється при настанні події E4, згенерованої об'єктом «Операція» з номером OP. Метод змінює стан накопичувача таким чином:

$$OUT^j(t) = OUT^j(t) - VP^j, \quad j = \overline{1, J}. \quad (5)$$

Елемент типу «Координатор» містить такі поля:

PV^j – планові об'єми випуску продукту j -го виду;

$FV^j(t)$ – фактичний поточний об'єм випуску продукту j -го виду;

$NORM_m^j$ – планова норма витрати ресурсу m -го виду на одиницю готової продукції j -го виду;

$S_REM_{ki}^f(m\Delta t, m = 1, 2..)$ – графік початку профілактичного ремонту k -ї одиниці i -го типу обладнання на f -й операції;

$E_REM_{ki}^f(m\Delta t, m = 1, 2..)$ – графік закінчення профілактичного ремонту k -ї одиниці i -го типу обладнання на f -й операції;

SZ_m^f – страховий запас ресурсу m -го виду на f -й операції ;

$MINPR_m^f$ – мінімальний об'єм поповнення ресурсу m -го виду на f -й операції;

$fOT_i^f(P)$ – розподіл відмов обладнання i -го типу на f -й операції за період P ;

$f\text{ЧВ}_i^f$ – розподіл часу відновлення роботи одиниці i -го типу обладнання на f -й операції;

$P1$ – період моніторингу стану ресурсів;

$P2$ – період моніторингу стану планових ремонтів обладнання;

$P3$ – період генерації відмов обладнання.

Методи елемента:

K_M1- «Ресурси», ініціюється з періодом $P1$. Метод порівнює фактичний стан ресурсів на кожній операції зі страховим запасом. Якщо фактичний стан не відповідає страховому запасу, то відбувається поповнення ресурсу на $MINPR_m^f$. При цьому контролюється, щоб витрата ресурсу m -го виду на випуск j -го продукту не перевершила величину $P^j \times NORM_m^j$.

Для тих операцій, на яких поповнюються ресурси, генерується подія E2.

K_M2- «Пріоритети продуктів», ініціюється на початку зміни. Метод визначає пріоритети продуктів відповідно до відношення нев'язки плану до планового об'єму по j -му виду продукту:

$$P^j(t) = \frac{PV^j - FV^j(t)}{PV^j}, \quad (6)$$

або встановлює їх відповідно до наданих директив.

K_M3 - Ремонти», ініціюється з періодом $P2$. Метод відповідно до графіків початку та закінчення планових ремонтів технологічного обладнання ($S_REM_{ki}^f(m\Delta t, m = 1, 2..)$,

$E_REM_{ki}^f(m\Delta t, m = 1, 2..)$) змінює значення полів $S_{ki}(t)$ об'єктів типу «Операція», які визначають поточний стан k -ої одиниці обладнання i -го типу. Крім того, при поверненні обладнання з ремонту для відповідних операцій генерується подія E7.

K_M4 – «Моделювання відмов обладнання», ініціюється з періодом $P3$. Для всіх операцій, використовуючи $fOT_i^f(P)$, метод генерує кількість одиниць обладнання кожного

типу, які вийшли з ладу, і відповідно змінює їх стан ($S_{ki}(t)=2$). Для цього обладнання з використанням ГЧВ₁^f генерується значення часу відновлення його працездатності і відповідно до нього складається графік зміни стану обладнання ($S_{ki}(t)=1$) і генерації подій E7.

К М5 - «Зміна», ініціюється відповідно до розкладу змін. Метод генерує події E5 і E6.

Висновки

1. З врахуванням особливостей ББДВ запропонована дворівнева структура об'єктно-орієнтованої імітаційної моделі виробничого процесу, що включає невелику кількість типів структурних елементів, завдяки чому може бути успішно використана в системі оперативного управління ходом виробництва.

2. Розглянуті основні структурні елементи імітаційної моделі, наведено їх узагальнений короткий опис. Визначено склад об'єктів кожного типу структурних елементів, описані їх поля, події та основні методи, що надає можливість їх програмної реалізації на будь-якій об'єктно-орієнтованій мові програмування.

3. Подальші роботи доцільно присвятити розробці програмних реалізацій класів, що відповідають розглянутим типам структурних елементів імітаційної моделі, і інструментального засобу для синтезу імітаційної моделі заданої структури, проведення імітаційних експериментів і інтеграції імітаційної моделі до складу системи оперативного управління.

Список літератури: 1. *Петренко В.Р.* Оперативне управління багатопродуктовими багатостадійними виробництвами і математичні методи / В. Р. Петренко, А. Г. Петров // Нові технології. 2008. № 4(22). С. 99-104. 2. *Томашевский В.Н.* Имитационное моделирование в среде GPSS / В.Н. Томашевский, Е.Г. Жданова // М.: Бестселлер, 2003. 416с. 3. *Johnson G.D.* Networked simulation with HLA and MODSIM III CACI Products Company / G.D. Johnson // Proceedings of the 31st conference on Winter simulation: Simulation – a bridge to the future. Vol. 2. Phoenix, 1999. P.1060-1070. 4. *Рыжиков Ю.И.* Имитационное моделирование. Теория и технология / Ю.И. Рыжиков // СПб.: Корона принт; М.: Альтекс-А, 2004. 384с. 5. *Kiviat P.J.* SIMSCRIPT II.5 Programming Language / P.J. Kiviat, H.M. Markowitz, R. Villaneva / Ed. E.C. Russell. Los Angeles: CACI. 1997. 6. *Balci O.* Visual Simulation Environment technology transfer / O. Balci, A.I. Bertelrud, C.M. Esterbrook, R.E. Nance // Proceedings of the 1998 Winter Simulation Conference. N.Y.: ACM Press, 1997. P. 1323-1329. 7. *Гультияев А.* Визуальное моделирование в среде MATLAB: Учебный курс / А. Гультияев // СПб.: Питер, 2000. 432 с. 8. *Beasley J.E.* O.R. education – a survey of young O.R. workers / J.E. Beasley, G. Whitchurch // Operational Research Society. 1984. N 35. P. 281- 288. 9. *Емельянов В.В.* Введение в интеллектуальное имитационное моделирование сложных дискретных систем и процессов. Язык РДО / В.В. Емельянов, С.И. Ясиновский // М.: АНВИК, 1998. 427с. 10. *Вислоух С.П.* Моделювання та оптимізація роботи виробничих систем засобами мереж Петрі / С. П. Вислоух, О. М. Чабан // Вісник НТУУ «КПІ». Серія «Приладобудування». 2008. № 36. С. 118-123. 11. *Клименко А.В.* Система автоматизации имитационного моделирования последовательных вероятностных технологических процессов производства / А. В. Клименко, И. В. Максимей, В. С. Смородин // Проблемы програмування. 2008. № 1. С. 87-97. 12. *Петренко В.Р.* Конструювання критерію ефективності оперативного управління у умовах багатопродуктового багатостадійного дискретного виробництва / В. Р. Петренко, А. Г. Петров // Нові технології. 2009. № 1(23). С. 17-25.

Надійшла до редколегії 16.12.2009

Петров Андрій Григорович, ст. викладач кафедри комп'ютеризованих систем автоматики Кременчуцького університету економіки, інформаційних технологій і управління. Наукові інтереси: автоматизовані системи оперативного управління виробництвом. Адреса: Україна, 39600, м. Кременчук, вул. Пролетарська, 24/37, тел.: (05366) 3-11-44.

Петренко Василь Радіславович, д-р техн. наук, доцент, проректор з наукової роботи, завідувач кафедри інформатики Кременчуцького університету економіки, інформаційних технологій і управління. Наукові інтереси: інформаційні технології, автоматизація процесів керування виробництвом напівпровідникових матеріалів. Адреса: Україна, 39600, м. Кременчук, вул. Пролетарська, 24/37, тел.: (05366) 3-11-44, E-mail: pvr@ient.net.