

УДК 681.518:658.18

Сайко В.В., канд. техн. наук

## КОМП'ЮТЕРНЕ НАВЧАННЯ МЕНЕДЖМЕНТУ: АГЕНТНИЙ ПІДХІД ТА ЙОГО ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ

Обласний комунальний вищий навчальний заклад  
«Інститут підприємництва «Стратегія»

*Актуальність дослідження обумовлена зростаючим інтересом до процедурного комп'ютерного навчання навичкам керування. У роботі наведений аналіз основних підходів до імітаційного моделювання бізнес-процесів для навчальних цілей. Виявлені обмеження, властиві існуючим програмним засобам ігрового навчання. Показано, що найбільш перспективним напрямом комплексного моделювання процесів керування торговельним підприємством є агентний підхід. Визначені основні вимоги до структури навчальної мультиагентної моделі «підприємство-зовнішнє середовище». Наведені результати програмної реалізації моделі*

### Вступ

Комп'ютерні ігрове навчання - тема величезної кількості академічних досліджень. Тільки в США залучені в програми розробки ігор Масачусетській технологічний центр, університет штату Пенсільванія, *Carnegie Mellon* (Університет Південної Каліфорнії), Стенфордській Університет. Найбільш потужними асоціаціями розроблювачів навчальних ігор є: *Serious Games Initiative* ([www.seriousgames.org](http://www.seriousgames.org)), *ANGILS* – ([www.angils.org](http://www.angils.org)), *NASAGA* (*The North American Simulation and Gaming Association*, [www.nasaga.org](http://www.nasaga.org)).

Дослідники відзначають високий когнітивний ефект «навчання за допомогою участі» [1]. У цілому, інтерес розроблювачів навчальних ігор зосереджений на засобах візуалізації, засобах підтримки прийняття рішень, розширенні функціональних можливостей ігор [2].

### Огляд сучасного стану питання

Першою широковідомою комп'ютерною грою, що була зорієнтована на навчання управлінським навичкам, була «*Top Management*», створена ще в 1956 році фахівцями Американської асоціації менеджменту [3]. З тих пір з'явилася безліч ігор, призначених для вдосконалення підприємницьких навичок і навичок у конкретних галузях діяльності: керування персоналом, проведення перего-

ворів, фінансовий менеджмент, лідерство тощо. На даний час існують дві категорії [4] управлінських ігор:

1. Ігри, що моделюють комплекс взаємозалежних функцій компанії (виробництво, маркетинг, фінанси, кадри). Гравці приймають рішення на вищому рівні керування. В освітніх цілях звичайно використовується саме цей тип ігор. Прикладом цього підходу може служити *PriSim Business War* (*PriSim Business War Games Inc.*, [www.prisim.com](http://www.prisim.com)) – гра, розрахована на 2-3 дні та призначена для закріплення управлінських навичок менеджерів середньої й вищої ланки. Мета гри – домогтися статусу "кращий менеджер дня" у змаганні з іншими учасниками. В основу сценарію гри покладена конкуренція між віртуальними компаніями, що керуються групами учнів протягом декількох фінансових років. Програмне забезпечення відбиває результати рішень, пов'язаних зі стратегічним плануванням, фінансовим аналізом (на основі звітів і показників), маркетингом, груповою динамікою.

Результатом подальшого розвитку цього підходу є *Global Business Game* (*GBG, Innovative Learning Solutions Inc.*, [www.onlinegbg.com](http://www.onlinegbg.com)) – гра, що має кілька версій, орієнтованих на різні сфери виробництва. З *GBG* регулярно проводяться міжнародні змагання. Гравці можуть конкурувати в декількох економічних зонах і використовувати різні стратегії лідерства (розподіляючи ресурси, вкладаючи кошти

в дослідження, здобуваючи патентовані технології). Успішність гравця визначається його рішеннями, пов'язаними з формуванням портфеля продукції, вибором постачальника сировини, ціновою політикою, вибором сектором ринку й т. і.

2. Ігри, орієнтовані на рішення спеціальних бізнес-завдань. Прикладом другого підходу можна вважати *Planning Game* (ELgood Co., [www.chris-elgood.co.uk](http://www.chris-elgood.co.uk)). Гра призначена для відпрацювання навичок планування діяльності невеликої фабрики. Головне її завдання - продемонструвати вплив ефективного оперативного керування на результати фінансової діяльності підприємства. Програмою можуть користуватися одночасно до шести груп з 1-4 слухачів. Досягнення мети відбувається протягом 1-2 годин роботи. Кожна група одержує ігрове завдання, що містить дані з устаткування, запасів (у кожному варіанті виробництва передбачено два типи заготівель) і складу готової продукції. Технологічний процес виготовлення продукції складається з окремих стадій, пов'язаних операціями транспортування заготівель. Групи приймають рішення, пов'язані із плануванням ресурсів, а програма демонструє підсумкові результати продажу. На думку розробників, гравці одержують гарне уявлення про те, що будь-яке рішення впливає на бізнес у цілому.

Основна увага під час розробки ігрових програмних засобів, орієнтованих на навчання оперативному керуванню та керуванню продажами довгий час приділялася формалізації завдань ланцюжка поставок [5] із застосуванням відомої методики планування поставок на підставі визначення точки перезамовлення та оптимального його обсягу [6].

Одна з найбільш відомих комп'ютерних ігор, орієнтованих на оперативне керування в сфері роздрібної торгівлі, *Retail Challenge* розвивається з 1997 року. Вона призначена для рішення наступних навчальних завдань:

– бізнес-аналіз ринку, на основі якого приймаються рішення про асортимент,

торговельну націнку та регіон поширення;

– аналіз беззбитковості та прогнозування продажів;

– керування фінансами - відпрацювання основних понять про прибуток і витрати, потоки готівки;

– маркетинг – ціноутворення для товарів з різною ціновою еластичністю попиту, особливості їхнього просування, аналіз споживчих потреб;

– керування закупівлями, складськими запасами й прогнозування; навчання командній роботі.

Таким чином, з погляду дидактики управлінського навчання, комп'ютерне навчання в цей час проявляється в трьох основних формах:

1. Ігрові програми, що підтримують масове суперництво, у яких користувач вирішує стратегічні завдання захоплення ринку, використовуючи загальнодоступні агреговані дані про привабливість секторів ринку та рівень конкуренції. Тут глобальні моделі ринків успішно підтримують масовість гри. Однак рішення кожного користувача необоротні, і, після щоденного перерахування ситуації, змінюють баланс сил і ситуацію на ринку. Не зважаючи на високий рівень залученості, в іграх такого роду не забезпечується основна вимога процедурного підходу - можливість проаналізувати ефективність стратегії та відновити рішення завдання з використанням скоректованої стратегії.

2. Програми імітаційного моделювання окремих завдань керування, призначені для групового використання. Управлінські рішення обговорюються з викладачем, обґрунтовуються, при необхідності корегуються, а потім параметри рішення вводяться в комп'ютер для одержання змодельованих результатів у пакетному режимі. Ідея конкуренції реалізується шляхом порівняння результатів рішень, запропонованих декількома групами користувачів.

3. Програми для самостійного використання учнем, у яких головна увага приділяється забезпеченню зручності та

наочності уведення вхідних даних про рішення й одержання результатів управлінських рішень, пов'язаних з окремими завданнями оперативного керування.

Роберт Кук в [7] відзначає, що загальна тенденція використання моделювання бізнесу як додаткового фрагмента курсу, а не його центральної частини, обумовлюється, перш за все, складністю формалізації моделей. Складність полягає, насамперед, у наявності безлічі взаємопов'язаних факторів, що впливають на цей процес [7].

Таким чином, програмне забезпечення існуючих менеджмент-ігор не дозволяє перебороти одне з основних обмежень процесу придбання управлінських навичок. Як і у випадку традиційного використання підручника, учень, як і раніше, має справу з окремими факторами, що визначають сутність процесу, не розуміючи, як вони взаємодіють. У цих умовах комплексна ігрова модель могла б мати величезне дидактичне значення.

Агентний підхід у моделюванні бізнес-процесів

В умовах глобального завдання забезпечення ідентичності підприємства зовнішньому середовищу може бути успішно проілюстрований як системний, так і ситуаційний підхід до керування. При цьому результати рішень повинні трактуватися як відгук цільового ринку на управлінські рішення (зміна споживчої активності). Однак зазначений підхід припускає інший об'єкт імітації та більш обґрунтований вибір методів моделювання.

Перші спроби створення мережних моделей соціально-економічних систем, призначених для вивчення різноманітних зв'язків між взаємодіючими об'єктами різних типів, відносять до початку 90-х років минулого століття. Сучасний термін *ABMS (Agent-Based Modeling and Simulation)* означає комп'ютерне дослідження систем, представлених у вигляді децентралізованих систем автономних взаємодіючих агентів. Як головне завдання таких досліджень звичайно розгляда-

ють вивчення процесів мимовільного формування глобальних регуляторів різних процесів. Виникнення зазначених регуляторів розглядається як результат повторюваних локальних взаємодій автономних агентів [8].

*ABMS* - усе ще відносно нова технологія моделювання і, головним чином, використовується в академічних дослідженнях. Комерційне програмне забезпечення поки ще має істотні функціональні обмеження. Так, наприклад, один з відомих комерційних агентоорієнтованих продуктів, *ShopSim* [9], аносується як інструмент для керування роздрібними продажами, однак програма лише генерує оцінку розміщення торговельного підприємства та його дизайну. Можливість дослідження ефективності тих або інших управлінських рішень у програмі відсутній.

Ефективність агентної моделі, так само, як і інших імітаційних моделей, залежить від заданого рівня абстракції.

Існує досвід успішного застосування *ABMS* для дослідження проблем керування обслуговуванням споживачів. Інтерес до цієї області обумовлений сильним впливом процесів керування кадрами на результати продажів [10]. Параметризація агентної моделі відбувалася на основі даних опитування персоналу та клієнтів одного із Британських універмагів. У результаті був реалізований імітатор, що дозволяє формалізувати емпіричний досвід щодо впливу повноважень і кваліфікації службовців на рівень продажів. Моделювання здійснювалося з використанням *AnyLogic*.

З урахуванням особливостей процедурного навчання управлінським навичкам і вимог глобального завдання навчання (досягнення ідентичності підприємство-середовище) можна сформулювати загальні функціональні вимоги до менеджмент-ігор на основі мультиагентної моделі:

– реалістичне та адекватне середовище, що дозволяє користувачеві досліджувати простір її станів;

- можливість втілення великого набору рішень користувача, у тому числі нетривіальних;
- однозначно певні цілі діяльності та умови краху;
- інтерактивність (будь-яка дія користувача впливає на кінцевий результат і, саме тому, сприяє накопиченню досвіду);
- можливість оперативної зміни вихідного стану системи для моделювання конкретної ситуації;
- реалізація значимого зворотного причинно-наслідкового зв'язку - для того, щоб зафіксувати у свідомості користувача причини успіхів або невдач;
- адаптивність - автоматична «підстроювання» рівня складності сценарію до рівня кваліфікації рішень користувача;
- зовнішня привабливість (необхідна умова залучення уваги на тривалій період).

### **Загальна математична постановка задачі**

Нехай популяція  $P$  представлена індивідуумами  $I_1, \dots, I_n$ , (де  $n$  – населення конкретного регіону), поведінка яких визначається значенням змінних сегментування:  $x$  – стать,  $h$  – вік,  $p$  – рівень доходу,  $z$  – соціальна приналежність. Популяція нерівномірно розподілена на географічному просторі, розділеному на  $u$  кварталів

$$PL_u = \{\|D_x\|_u, \|D_h\|_u, \|D_p\|_u, \|D_z\|_u, I_u\}$$

представлених матрицями  $\|D\|_u$ , що містять дані про чисельність відповідних соціально-демографічних категорій. Підприємство може бути розміщене в кожному з доступних кварталів. Користувач вибирає місце розташування підприємства на підставі даних про демографічні умови та вартість оренди у кварталі  $lu$ .

Асортимент підприємства  $A = \{MG_1, \dots, MG_i\}$  формується з товарних груп  $MG_i$ , у кожній з яких менеджер формує 3 категорії товарів  $MG_i = \{Ma_i, Mb_i, Mc_i\}$ . Кожну категорію

к можна однозначно визначити набором параметрів:  $Mk_i = \{nk_i, tk_i, \|ak_t\|\}$ . Перші два параметри ( $nk_i$  – кількість найменувань товарів у категорії,  $tk_i$  – торговельна націнка в товарній категорії) встановлюються менеджером на підставі аналізу зовнішнього середовища, власних ресурсів і набору значень споживчих атрибутів  $\|akt\|$ . Ці атрибути характеризують товари з погляду споживачів (інноваційність, практичність, якість, ціна, престиж і т.д.). Категоризація товарної групи відбувається в термінах споживчих атрибутів і менеджер самостійно визначає ознаки категорій (наприклад,  $a$  - категорія престижних та якісних товарів,  $b$  - доступні широкому колу й т. і.).

З погляду популяції, торговельне підприємство  $VB_u$  визначається асортиментом  $A$ , і набором параметрів  $\|ps\|_u$ , ( $s=1, \dots, S$ ), що відбивають ступінь реалізації споживчих вимог до умов продажу товарів  $\{MG_1, \dots, MG_i\} \in SP_j$ , де  $SP_j$  – сфера споживання, до якої належить асортимент підприємства:

$$VB_u = \{A_u, \|p_s\|_u, \|a_t\|_u\}$$

Нехай існує функція  $f_{TG} : (P, Mk_i) \rightarrow TGk_i$ , що породжує цільову групу  $TGk_i$ , що споживає товари відповідної категорії:

$$TGk_i = \{xk_i, hk_i, pk_i, zk_i, fr(k_i),$$

$$fv(k_i), \|pk_s\|_i\}$$

де:  $xk_i, hk_i, pk_i, zk_i$  – інтервальні змінні, визначальні демографічні характеристики групи;

$fr(k_i), fv(k_i)$  – функції частоти та обсягів споживання при максимальному виконанні споживчих вимог цільової групи;

$\|pk_s\|_i$  - матриця значень споживчих вимог цільової групи стосовно умов придбання товарів.

Нехай існує функція

$$w_1(A_u, F_u, Pr_u, B_u) \rightarrow \|p_s\|_u,$$

де  $F_u$ - параметри фінансової політики підприємства,  $Pr_u$ - параметри ефективності

персоналу,  $V_i$ - параметри бренду підприємства.

Отже, кожне управлінське рішення впливає на стан параметрів підприємства, а максимальна активність продажів у товарній категорії  $k_i$  досягається при умові

$$\|pk_s\|_i - \|p_s\| \rightarrow \min$$

У загальному випадку критеріями ефективності позиціонування підприємства відносно товарної групи  $MGk_j$  є наступні умови:

$$card\{I_n | I_n \in TGk_i\} \rightarrow \max,$$

$$Lo(TGk_i, \|k_s\|_i) \rightarrow \min,$$

де  $Lo()$  - ціна лояльності цільової групи, тобто вартість досягнення її максимальної споживчої активності відносно підприємства;

$\|k_s\|_i$  - матриця значень коефіцієнтів задоволеності споживчих вимог, пропонує стосовно умов продажу товарів категорії  $k_i$  у конкурентному оточенні підприємства. Сценарій зміни значень  $\|k_s\|_i$  визначається методичними цілями гри.

Загальну концепцію мультиагентної моделі, що лежить в основі менеджмент-гри можна представити у вигляді схеми, зображеної на рис. 1. Відзначимо, що важливим елементом концепції є участь студентів у зборі та обробці інформації про популяцію.

### Програмна реалізація

Запропонована задача реалізована автором в межах електронного тренінгу *VirtShop* [11]. Метою роботи із програмою є розвиток навичок керування торговельним підприємством в умовах конкурентної боротьби. У даній ігровій програмі, учень має можливість:

- вибрати сферу діяльності на основі аналізу значущості споживчих вимог до умов реалізації товарів у різних сферах

споживання та рівня реалізації цих вимог у конкурентів;

- визначити найбільш перспективну конкурентну позицію на основі даних про пріоритети ринку та даних про сприйняття споживачами існуючого конкурентного середовища;

- ознайомитися з демографічними умовами у віртуальному місті, рівнем доходу його мешканців і визначити цільовий ринок власного підприємства;

- використовуючи сучасні методи, сформулювати концепцію просування торговельної точки та розробити медіаплан просування підприємства;

- на основі сформульованої конкурентної позиції розробити цінову та асортиментну політику торговельної точки, найняти необхідну кількість працівників, вибрати режим обслуговування покупців;

- здійснювати оперативне керування створеним торговельним підприємством, використовуючи поточну внутрішню інформацію про результати господарської діяльності та результати маркетингових досліджень, що проводяться серед обраної цільової аудиторії.

Для досягнення максимального методичного ефекту вся інформація, необхідна для прийняття рішень, представлена в графічному вигляді. Однак результати діяльності підприємства за два фінансових роки зберігаються у вигляді таблиць, що містять загальні оцінки діяльності та всі необхідні дані для докладного аналізу. Користувач може зберігати також і результати маркетингових досліджень, проведених у віртуальному середовищі. Інтерфейс користувача реалізований у вигляді трьох блоків керування (Рис.2) у кожному із яких є кілька тематичних вкладок. Поточні результати роботи віртуального підприємства можна оцінити на тлі досягнень конкурента або загальної активності цільового ринку, відстежити зміни виторгу, прибутку й т.і. (ис. 3).



Рис. 1. Структура відкритої динамічної мультиагентної моделі з зовнішніми зв'язками

### Висновки

На основі аналізу функціональних особливостей комп'ютерних ігор і тренінгів, орієнтованих на завдання стратегічного та оперативного керування доведено, що традиційні підходи не повною мірою реалізують принципи процедурного навчання. Одним з головних недоліків таких програмних засобів є обмеженість інформаційного забезпечення рішень користувача та фокусування уваги на фінансових результатах, що суперечить сучасним концепціям менеджменту. Показано, що принциповою дидактичною вимогою є

можливість самостійного структурування учнем інформації про зовнішнє середовище і його цілеспрямовану діяльність по гармонізації системи «підприємство-зовнішнє середовище».

Аналіз можливостей сучасних концепцій імітаційного моделювання динамічних систем дозволив виділити агентну технологію як найбільш перспективну для імітаційного моделювання навчальних завдань оперативного керування підприємством.

Розроблено узагальнену внутрісистемну модель взаємодії системи «віртуа-

льне підприємств-зовнішнє середовище», визначені основні інформаційні потоки в системі. Показано, що запропонована модель охоплює проблематику предметної області більш комплексно, ніж відомі в цей час моделі. Структура моделі відбиває напрямку подальшого дослідження з метою її наступної деталізації. У ході розробки концепції віртуального навчально-

го підприємства, що функціонує на основі мультиагентної моделі, розроблений і впроваджений у навчальний процес електронний тренінг *VirtShop*.

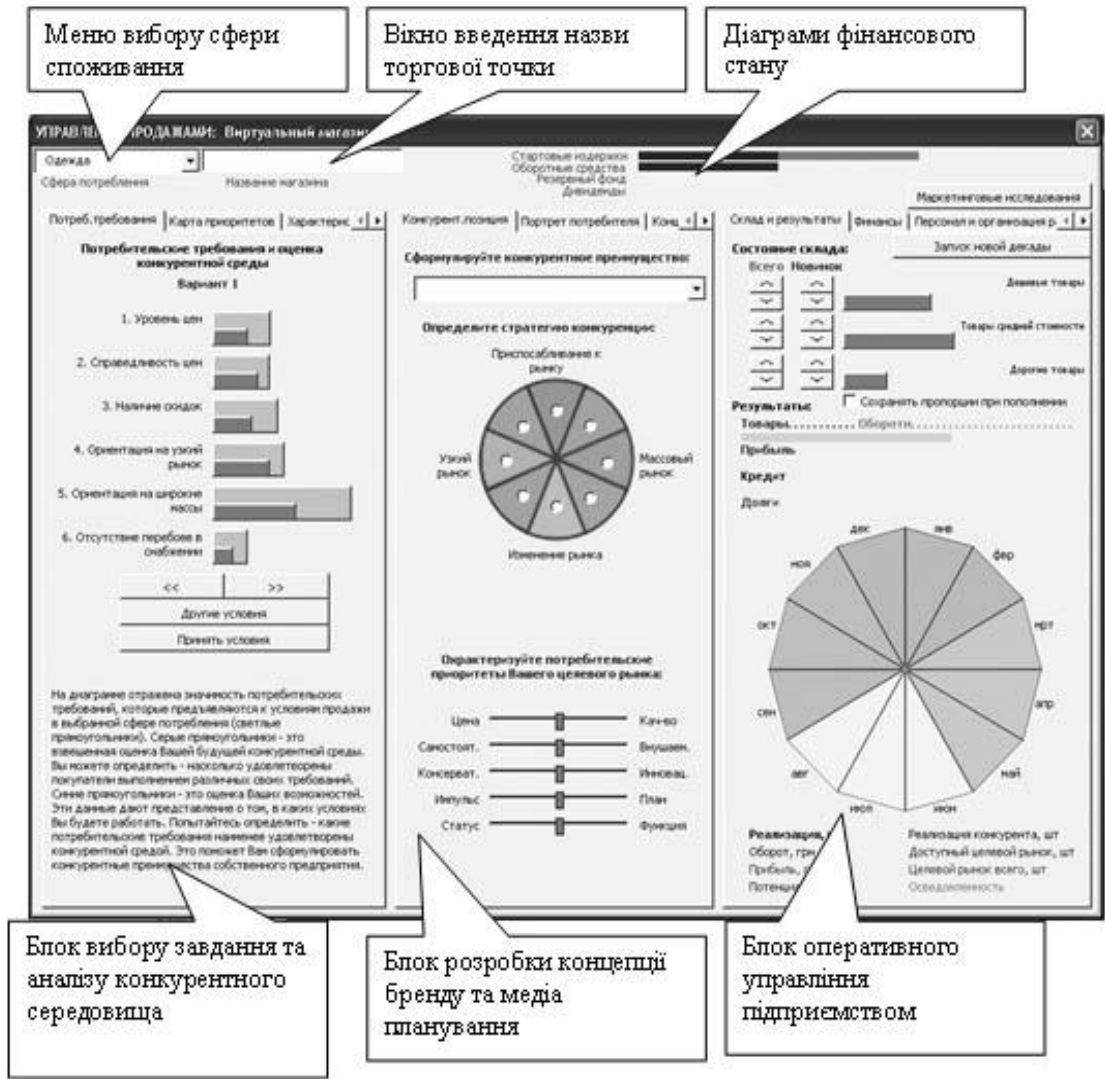


Рис. 2. Структура панелі управління підприємством

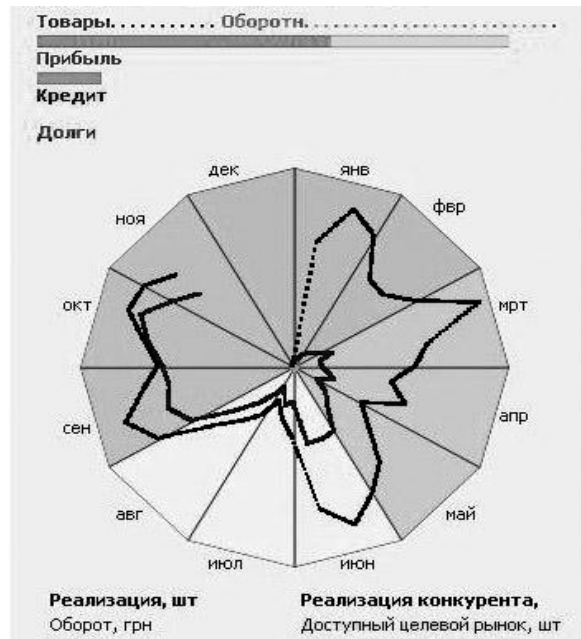


Рис. 3. Контроль результатів діяльності підприємства

### Список літератури

1. Wolfe, Joseph and Denise J. Luethge (2003), "The Impact of Involvement on Performance in Business Simulations: An Examination of Goosen's 'Know Little' Decision-Making Thesis," *Journal of Education for Business*, (November/December), P. 69–74
2. Thavikulwat P. The Architecture of Computerized Business Gaming Simulations // *Simulation Gaming*, June 1, 2004; 35(2): P. 242269.
3. Faria A. J. The Changing Nature of Business Simulation/Gaming Research: A Brief History // *Simulation & Gaming*, Vol. 32, No.1, March 2001, P. 97–110.
4. Wolfe, J. The Effectiveness of Business Games in Strategic Management Course Work // *Simulation and Gaming*, Vol. 28, No. 4, December 1997, P. 360–376
5. Hirschman E.C., Bellenger D.N., Robertson D.H. An Application of Simulation in Retail Management // *SIMULATION*, Vol. 28, No. 1, 185-188 (1977).
6. Путеркин С.В., Оладов Н. А., Исаев Д. В. Точно вовремя для России. Практика применения ERP-систем М.: Альпина Паблицер, 2003. – 368 с.
7. Cook R.W. The Pedagogy And Efficacy Of Using A Sales Management Simulation: The Mars Sales Management Simulation Experience// [www.shootformats.com/articles/NCSM2004.pdf](http://www.shootformats.com/articles/NCSM2004.pdf)
8. Luck M., McBurney P., Shehory O. and Willmott S. 2005. *Agent Technology: Computing as Interaction (A Roadmap for Agent Based Computing)*. AgentLink: Liverpool, UK.
9. Kelly J.P., Smith S.M., and Hunt H.K. 2000. "Fulfillment of Planned and Unplanned Purchases of Sale- and Regular-Price Items: A Benchmark Study". *International Review of Retail, Distribution and Consumer Research*, 10 (3), P. 247–263.
10. Wall T.D. and Wood S.J. 2005. "Romance of Human Resource Management and Business Performance and the Case for Big Science". *Human Relations*, 58 (5), P. 429–462
11. Сайко В.В. Клітинна модель споживчої поведінки популяції // *Інтелектуальні системи в промисловості й освіті. Тези доповідей Другої міжнародної науково-технічної конференції, м. Суми, 3-5 грудня 2009р.* – Суми: СумДУ, 2009. – С. 68–70.

Подано до редакції 19.11.2010