

Моделювання руху матеріальних ресурсів в управлінському циклі підприємства

Розроблено модель руху матеріальних ресурсів в управлінському циклі підприємства, реалізація якої забезпечує підвищення ефективності управління матеріальними потоками і запасами.

The model of motion of material resources in the administrative loop of enterprise, realization of which provides the increase of efficiency of management by material streams and supplies, is developed.

Ключові слова: *система управління, моделювання, матеріальні потоки, логістика.*

Вступ. Забезпечення раціональних характеристик матеріальних потоків є важливим чинником ефективності діяльності підприємства в цілому і відноситься до числа важливих задач виробничого менеджменту. З цією загальною задачею можна пов'язати дві групи часткових задач. Перша група – це задачі опису потоків, до яких можна віднести такі задачі:

- класифікації потоків;
- структуризації потоків;
- визначення порядку перетворення характеристик потоків в окремих ланках виробничо-логістичної системи;
- визначення порядку перетворення характеристик потоків у сукупності ланок виробничо-логістичних систем, пов'язаних логікою руху матеріалів.

Опис потоків, виконаний на певному рівні формалізації, тобто з введенням деяких правил, обмежень і критеріїв, є моделлю, більшою чи меншою мірою відповідною (адекватною) реальним потокам у виробничо-логістичних системах і цілям дослідження.

Проблемі пошуку пріоритетних напрямків підвищення ефективності управління матеріальними ресурсами, запасами та їх переміщеннями присвячено роботи таких вітчизняних та зарубіжних вчених, як І.С. Благун, В. Герасимчук, А.Г. Кальченко, Х. Крампе, Є.В. Крикавський, О.Б. Мних,

Стефанишин Л.С., викладач, Івано-Франківський інститут менеджменту Тернопільського національного економічного університету

В.Є. Ніколайчук, М.О. Окландер, Д. Сааті, Н.І. Чухрай та ін.

Постановка завдання. Ціллю даної статті є розробка моделі руху матеріальних ресурсів в управлінському циклі підприємства. Пропонований варіант класифікації потоків, як об'єктів моделювання, передбачає виділення трьох груп характеристик потоків: структурних, об'ємних і часових. У кожній групі виділяються відповідні значення характеристик, і поєднання цих значень визначають вигляд конкретного потоку.

Варіант розбиття на стадії процесу руху матеріалів в реальному виробництві може не збігатися з блоками перетворення, що виділяються при моделюванні. Деякі функціональні перетворення зручно представити кількома блоками моделі і, навпаки, групу послідовних перетворень потоку у виробничо-логістичних системах в моделі можна описати за допомогою одного блоку. Прикладом першої ситуації може слугувати опис якої-небудь технологічної операції, в якій функціональна зміна продукту супроводжується зміщенням по часу вихідного продукту відносно вхідного. У цьому випадку перетворення зручно представити двома блоками: блоком перетворення структурних та / або об'ємних характеристик потоку і блоком часового зсуву (запізнювання). Набір структурних блоків, сформований в рамках прийнятого підходу, служить матеріалом для розв'язання задач опису перетворення потоків у сукупності ланок виробничо-логістичних систем, пов'язаних логікою руху матеріалів.

Розв'язання зазначених вище задач призводить до побудови моделі, за допомогою якої можуть бути розв'язані задачі дослідження потоків з метою встановлення їх кількісних характеристик. Залежно від вигляду розв'язуваних задач менеджменту ці характеристики можуть бути прогнозними, планованими, нормативними. У різних задачах є загальний зміст, хоча і виникають свої особливості процесу моделювання. Спільним є необхідність опису структури потоків за допомогою функціональних блоків моделі, специфічним є завдання варіантів вихідних даних і параметрів для окремих блоків.

Результати. У виробничо-логістичній системі газорозподільного підприємства можна виділити такі структурні ланки:

- постачання матеріальних ресурсів;
- виробництво та збут;

Зовнішніми по відношенню до виробничо-логістичних систем ланками є постачальники матеріальних ресурсів та споживачі продукції. Ці ланки виступають, відповідно, в якості початкової і кінцевої точок основного

матеріального потоку, управління яким здійснюється на рівні підприємства. Цей основний потік у ланках виробничо-логістичних систем піддається різним перетворенням за структурою, що призводить до досить розгалуженої мережі «каналів» руху матеріалів. В окремих ланках, перш за все, виробничих (технологічних) відбувається зміна обсягів матеріалів. Кожна ланка має характерну тривалість виконання своєї функції (технологічні перетворення, функції комплектації, оформлення матеріалів при прийомі і видачі зі складу тощо), що призводить до відповідної затримки потоку в кожній ланці. Таким чином, перетворенням піддаються структурні, об'ємні і часові характеристики потоків. Відзначимо, що всі потоки є дискретними, так як рух матеріалів відбувається окремими партіями.

Вхідні потоки піддаються контролю і розподілу по складах і складських зонах (місцях зберігання). При цьому в загальному випадку змінюються структурні та об'ємні характеристики вхідного потоку.

Вихідним пунктом у побудові моделі є представлення процесу перетворення потоків у вигляді замкнутого контуру, в якому кількість і положення точок перетворення визначається прийнятим рівнем деталізації опису. Важливо підкреслити, що характер структурних перетворень в кожній точці пов'язаний або з прийнятою технологією виробництва (наприклад, об'єднаннями декількох потоків різної сировини), або з прийняттям в даній точці управлінських рішень.

Матеріальний потік являє собою процес зміни в часі кількості матеріалу (в загальному, деяких матеріальних цінностей), що спостерігається на вході або виході певної виробничої ланки (це може бути ділянка, цех, склад, ділянка комплектації тощо). Тому формальною моделлю потоку є деяка функція часу $X(t)$. Проходячи різні стадії згідно з технологічним маршрутом, потоки піддаються тим чи іншим перетворенням, тобто змінюють свої характеристики (кількісні або об'ємні, структурні, часові) і, відповідно, змінюються моделі (функції), що представляють потоки. При моделюванні системи потоків кожен ланку, що виконує певне функціональне перетворення вхідного потоку, можна представити у вигляді відповідного оператора, тобто набору правил перетворення однієї (вхідної) функції в іншу (вихідну):

$$Y(t) = P(X(t)),$$

де $Y(t)$ - вихідна функція;

$X(t)$ - вхідна функція;

P - оператор перетворення.

Прикладами операторів можуть служити:

- процеси перетворення сировини і напівфабрикатів на стадіях технологічного процесу;
- процеси формування виробничих запасів матеріалів для виробництва;
- процеси обліку, постачання природного газу.

Оператор може залежати від деяких параметрів u_1, u_2, u_n , змінюючи які можна впливати на вигляд вихідних функцій. Такі параметри і сам оператор природно називаються керуючими. Будемо позначати такі оператори $P_{(u)}$. Прикладами керуючих операторів можуть служити рішення про розподіл запасу матеріалу, про закупівлю певних видів сировини, про терміни постачання продукції споживачам.

Матеріальний потік $X_0(t)$ газорозподільного підприємства в загальному випадку піддається ряду послідовних перетворень, що описуються операторами P_1, P_2, \dots, P_N . Послідовну дію всіх цих операторів можна представити у вигляді формули загального вигляду:

$$\begin{aligned} X_1(t) &= P_1(X_0(t)), \\ &\dots\dots\dots \\ X_N(t) &= P_N(X_{N-1}(t)). \end{aligned}$$

Цей вираз можна розглядати як узагальнену модель матеріального потоку газорозподільного підприємства.

Потоки в різних структурних ланках розрізняються своїми характеристиками і потребують для побудови моделей різних операторів. Тому слід розглянути основні класи потоків і види їх характеристик.

Реальний потік, спостережуваний в деякій точці логістичної мережі, може бути неперервним, або дискретним. Для неперервного потоку для будь-якого моменту часу t визначено значення кількості матеріалу, для дискретного потоку ця кількість спостерігається лише в окремі моменти часу t_k . Важливо підкреслити, що вид потоку – неперервний або дискретний, не визначає однозначно вигляд моделюючої цей потік функції. Вибір моделі залежить також від цілей моделювання, які визначають вимоги за ступенем адекватності моделі реальному потоку.

Іншою важливою ознакою для класифікації потоків є ступінь його однорідності. Однорідним називається потік матеріалу одного виду. Такий потік називають також одно-або монономенклатурним. Формально однорідний потік описується скалярною функцією $X(t)$.

Неоднорідним (багатономенклатурним) називають потік матеріалів різних видів. Опис неоднорідного потоку може бути дано за допомогою векторної функції

$$X(t) = (x_1(t), x_2(t), \dots, x_i(t), \dots, x_n(t)),$$

де $x_i(t)$ - кількість матеріалу i -ого виду, що спостерігається в момент часу t .

Значимо, що поняття "неоднорідний потік" має в першу чергу логічний зміст. Так, потік складного матеріалу, потенційно розкладного на різні складові за допомогою спеціальної технології, розглядається як однорідний. При його розкладанні на складові формуються нові однорідні потоки.

Ще одним параметром, важливим для формального опису потоків, є його регулярність. Регулярним є потік, в якому зміни кількості матеріалу відбуваються (для реального потоку) або спостерігаються (при моделюванні) через рівні проміжки часу Δt .

У нерегулярному потоці зміни кількості матеріалу відбуваються через довільні нерівні інтервали часу. Як правило, такі інтервали розглядаються як випадкові величини і описуються ймовірнісними характеристиками. Реальні потоки, строго кажучи, є нерегулярними, і лише для простоти моделювання їх описують як регулярні (умовно регулярні потоки).

Розглянемо основні групи характеристик потоків, важливі для опису як власне потоків, так і операторів перетворення.

а) Кількісні (об'ємні) характеристики.

Характеристики цієї групи вказують кількість матеріалу (обсяг в узагальненому сенсі – це може бути і довжина елемента або розмір партії в штуках), що спостерігається в певній точці мережі в даний момент (t). Кількість матеріалу може приймати значення або з деякого неперервного інтервалу, або змінюватися дискретно, наприклад, приймати значення, кратні заданим обсягам партії.

Кількісні характеристики можуть також бути (або описуватися при моделюванні) детермінованими або випадковими величинами.

б) Структурні характеристики.

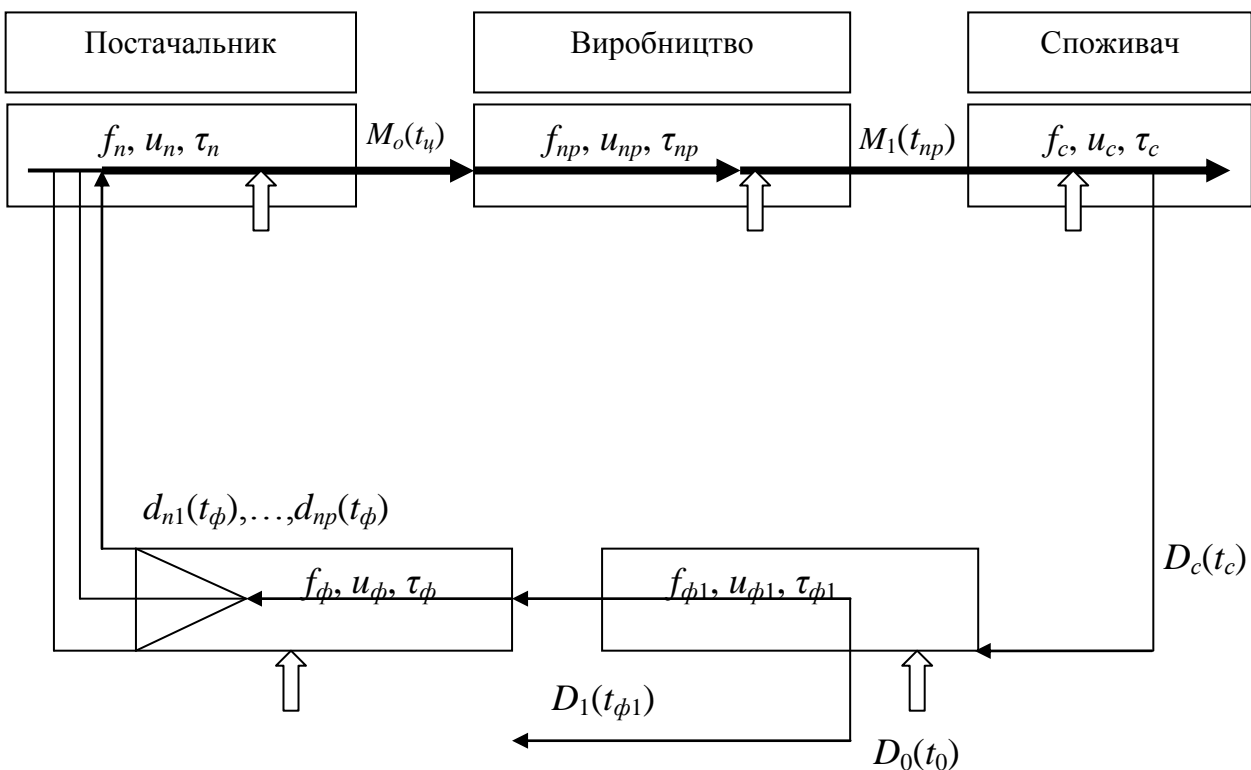
Ці характеристики описують кількісні співвідношення між складовими неоднорідного потоку в даний момент часу t .

в) Часові характеристики.

Характеристики цієї групи описують часові інтервали між моментами спостережень потоку. Для регулярного потоку це, по суті, єдина характеристика – постійний інтервал Δt . Для нерегулярного потоку – це параметри закону розподілу випадкової величини – інтервалу між моментами спостереження потоку.

У процесі перетворення потоку, точніше, потоків змін зазнають різні їх характеристики. Для опису цих змін (перетворень), як було зазначено вище, необхідно визначити функціональні перетворювачі – оператори.

Варіант замкнутого контуру перетворення матеріального і грошового потоків представлений на рис. 1.



Грошові кошти на придбання матеріальних ресурсів

Грошові кошти на інші поточні платежі

Позначення:

- \longrightarrow - матеріальний потік,
- \rightarrow - грошовий потік,
- \Rightarrow - керуючий вплив

Рис. 1. Замкнутий контур перетворення матеріальних і грошових ресурсів у циклі функціонування підприємства

Принцип моделювання полягає в послідовному описі функцій перетворення потоків у кожній ланці замкнутого контуру. Розглянемо для прикладу набір співвідношень, що складають модель гранично спрощеного контуру наведеного на рис. 1.

У контурі виділені функціональні блоки: «Постачальник», «Виробництво», «Споживач» і блоки перетворення грошових потоків. Кожен блок характеризується трьома параметрами: функцією перетворення (f), функцією управління (u), і величиною часового зсуву (запізнювання) вихідних величин блоку щодо вхідних (τ).

Введемо наступні позначення:

$M_0(t)$ – потік сировини і матеріалів ($M_0(t) = \{m_{01}(t), \dots, m_{0n}(t)\}$);

$M_1(t)$ – потік продукції ($M_1(t) = \{m_{11}(t), \dots, m_{1p}(t)\}$); $d_{n1}(t), \dots, d_{np}(t)$;

$D_c(t)$ – потік грошових коштів «споживач-підприємство»;

$D_0(t_0)$ – грошові кошти, початково авансовані у виробництво;

$D_1(t)$ – потік грошових коштів, виділених цільовим призначенням на закупівлю сировини і матеріалів;

$d_{n1}(t), \dots, d_{np}(t)$ – потоки грошових коштів, виділених на закупівлю різних видів сировини;

f_j – функції перетворення вхідних потоків у вихідні в j -му блоці;

U_j – множина допустимих варіантів керуючих рішень в j -му блоці;

$u_j(t)$ – керуюче рішення, прийняте в j -му блоці в момент t ($u_j(t) \in U_j$);

$t_{np} = t_u + \tau_{np}$, $t_c = t_{np} + \tau_c$, $t_{\phi 1} = t_c + \tau_{\phi 1}$, $t_\phi = t_{\phi 1} + \tau_\phi$, $t_n = t_\phi + \tau_n$;

t_0 – момент часу, в який здійснено початкове авансування грошових коштів;

t_u – момент часу, умовно прийнятий за початок циклу перетворення ресурсів в замкнутому контурі.

З урахуванням прийнятих позначень формальні співвідношення, що є записом в загальній формі математичної моделі перетворення ключових компонентів оборотних коштів в управлінському циклі підприємства, мають вигляд:

$$\begin{aligned}
M_1(t_{np}) &= f_{np}[M_0(t_u), u_{np}(t_n), t_{np}], \\
D_c(t_c) &= f_c[M_1(t_{np}), u_c(t_{np}), t_c], \\
D_1(t_{\phi 1}) &= f_{\phi 1}[D_c(t_c), u_{\phi 1}(t_c), t_{\phi 1}], \\
d_{nj}(t_{\phi}) &= f_{\phi}[D_1(t_{\phi 1}), u_{\phi}(t_{\phi 1}), t_{\phi}], j = 1, \dots, n, \\
m_{0j}(t_n) &= f_n[d_{n1}(t_{\phi}), \dots, d_{nn}(t_{\phi}), u_n(t_{\phi}), t_n], j = 1, \dots, n.
\end{aligned}$$

Порядок їх слідування відповідає логіці перетворення ресурсів у замкнутому контурі, причому в якості першого при моделюванні може бути вибрано будь-яке зі співвідношень. До наведених співвідношень необхідно додати початкову умову:

$$D_0(t_0) = D,$$

де D – обсяг початково авансованих грошових коштів.

Дослідження моделі дозволяють вирішити задачі, пов'язані з вивченням впливу на оборотні засоби різних чинників: технологій зміни ресурсів, тривалості циклів і правил вибору управлінських рішень. Проведення імітаційних експериментів із запропонованою моделлю дозволяє обґрунтувати нормативи обсягів окремих елементів оборотних засобів, а також прогнозувати динаміку різних техніко-економічних показників при різних сценаріях зміни як внутрішніх (тривалості виробничих циклів, зміна технології, принципів розподілу грошових коштів), так і зовнішніх (надійність і тривалість поставок і реалізації, форми оплати) умов функціонування підприємства.

Управління підприємством на операційному рівні зводиться, по суті, до управління матеріальними потоками – потоками вихідної сировини і комплектуючих виробів, напівфабрикатів, готової продукції. Раціональна організація матеріальних потоків дозволяє скоротити виробничі запаси на всіх стадіях постачального, виробничого і збутового процесів, зменшити тривалість і відхилення від контрактних строків виконання замовлень. Однак реальне отримання вказаних позитивних ефектів залежить від якості рішень, що приймаються менеджерами в різних ланках виробничо-логістичного ланцюга підприємства. Тому локальний підхід до оптимізації (раціоналізації) рішень на будь-яких окремих стадіях виробничо-логістичного процесу, як правило, неефективний. Розгляд процесу в цілому може забезпечити поліпшення інтегральних показників ефективності даного процесу, однак вимагає застосування більш тонких методик опису (моделювання) матеріальних потоків як об'єктів керування.

Головна ідея пропонованої методики опису матеріального потоку на підприємстві полягає у виявленні на підставі емпіричного аналізу набору характерних для практики функціональних перетворень матеріальних потоків, формальному описі (алгоритмічному моделюванні) цих перетворень і реалізації отриманих моделей у вигляді програмних модулів. Модель конкретного матеріального потоку формується шляхом з'єднання програмних модулів в потрібній послідовності та їх належного налаштування.

Відзначимо також, що потік асоціюється з певним каналом, по якому матеріальні об'єкти переміщуються у вигляді окремих партій. Для виявлення характерних перетворень матеріальних потоків зручно прийняти наступну їх класифікацію.

За кількістю видів матеріальних об'єктів, що переміщуються в каналі, потоки зручно розділити на багатомономенклатурні (неоднорідні) одноасортиментні (однорідні). У багатомономенклатурних потоках в каналі переміщуються партії матеріальних об'єктів декількох видів (не менше двох), причому кожен вид є окремим об'єктом обліку. Однорідний потік утворює потік продукції конкретного виду.

За величиною обсягів партій потоки можна розділити на два класи: з постійним і змінним обсягами партій. У першому випадку обсяг партії фіксований і визначається, наприклад, технічними або технологічними умовами. У другому випадку обсяг партії може змінюватися (неперервно або дискретно) у більш-менш широких межах.

За характером зміни часових інтервалів між моментами переміщення (спостереження) партій в потоці матеріальні потоки можна розділити на регулярні, квазірегулярні і нерегулярні (випадкові). Регулярні потоки характеризуються постійними інтервалами між моментами появи партій в потоці. Строго кажучи, у виробничо-логістичних системах регулярних потоків не існує. Однак, якщо обумовити точність фіксації моментів часу появи партій, то багато потоків можна віднести до класу регулярних. Регулярними часто можна вважати планові потоки матеріалів. Якщо ж інтервали між моментами появи партій не є однаковими (з урахуванням прийнятої точності фіксації цих моментів), але при цьому розрізняються незначно, то потік класифікується як квазірегулярний. Наприклад, квазірегулярним можна вважати фактичний потік постачань з інтервалами 4-9 днів при плановому інтервалі в сім днів. Якщо діапазон зміни інтервалів значний, то потік можна вважати

нерегулярним. Для його опису необхідно вже залучати ймовірнісні характеристики.

Введені ознаки – структура, об'ємні та часові характеристики представляються достатніми для опису матеріальних потоків як об'єктів управління. Поєднання значень кожної з ознак встановлює певний клас потоків, наприклад, багатомономенклатурний квазірегулярний потік зі змінним обсягом партій.

У процесі переміщення у виробничо-логістичному ланцюзі потоки піддаються перетворенням, що змінюють значення їх класифікаційних ознак. Це означає, що для побудови загальної моделі матеріальних потоків, необхідно мати набір «локальних» моделей перетворень потоків як зберігають їх приналежність певного класу, так і переводять їх в інші класи.

Висновки. Таким чином, сформовано перелік взаємозв'язаних задач вивчення матеріальних потоків, що включає загальну задачу підвищення ефективності управління матеріальними потоками і запасами і дві групи часткових задач – опису (моделювання) потоків (класифікації, структуризації потоків, визначення порядку перетворення характеристик потоків в окремих ланках та у сукупності ланок виробничо-логістичної системи) і дослідження потоків з використанням їх формальних моделей.

Обґрунтовано, що управління підприємством на операційному рівні зводиться, по суті, до управління матеріальними потоками, раціональна організація яких дозволяє скоротити виробничі запаси на всіх стадіях постачального, виробничого і збутового процесів, зменшити тривалість і відхилення від контрактних строків виконання замовлень. Однак реальне отримання вказаних позитивних ефектів залежить від якості рішень, що приймаються менеджерами в різних ланках виробничо-логістичного ланцюга підприємства.

Література

1. Бережная Е.В. Математические методы моделирования экономических систем: Учеб. пособие/ Е.В. Бережная, В.И. Бережной. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 368 с.
2. Герасимчук В. Г. Стратегічне управління підприємством: графічне моделювання: Навчальний посібник / В. Г. Герасимчук. – К.: КНЕУ, 2000. – 457 с.

3. Іщук С. Підвищення ефективності управління товарно-матеріальними запасами підприємств / С. Іщук // Регіональна економіка. 2000. – №3.– С. 193-199.
4. Кальченко А. Г. Основи логістики: Навчальний посібник/ А. Г. Кальченко. – К.: Т-во "Знання", 1999. – 135с.
5. Крикавський Є. В. Логістика. Основи теорії: Підручник [2-е вид., доп. і переробл.] / Є. В. Крикавський. – Львів: Національний університет „Львівська політехніка”, „Інтелект - Захід”, 2006. – 456 с.
6. Модели и методы теории логистики: учебное пособие / [2-е изд., под ред. В.С. Лукинського]. – СПб.: Питер, 2007. – 448с.
7. Миротин Л.Б. Логистика для предпринимателя: основные понятия, положения и процедуры / Л.Б. Миротин, И.Э. Ташбаев – М.: ИНФРА-М, 2003. – 252 с.
8. Николайчук В.Е. Теория и практика управления материальными потоками (логистическая концепция): Монография / В.Е. Николайчук, В.Г. Кузнецов. – Донецк: Донецкий гос. ун-т, 1999. – 413с.
9. Окландер М.А. Маркетинг и логистика в предпринимательстве / М.А. Окландер. – Одесса: АП НТиЭИ, 1996. – 104 с.
10. Рыжиков Ю.И. Теория очередей и управление запасами / Ю.И. Рыжиков. – СПб.: Питер, 2001. – 384с.
11. Сток Дж.Р. Стратегическое управление логистикой / Сток Дж.Р., Ламберт Д.М.; пер. с 4-го англ. изд. – М.: ИнФРА-М, 2005 XXXII, 797 с.
12. Чухрай Н. Формування ланцюга поставок: питання теорії та практики. Монографія / Н. Чухрай, О. Гірна. – Львів: „Інтелект-Захід”, 2007. – 232с.