

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТІ ІНЕРЦІЙНОСТІ ПРИ МОДЕЛЮВАННІ ФІНАНСОВО-МАТЕРІАЛЬНИХ ПОТОКІВ ДИСТРИБ'ЮТОРА**

*У роботі розглянуто особливості дослідження інерційності в соціально-економічних системах. Наведено приклад впливу останньої на динаміку фінансово-матеріальних потоків дистриб'ютора.*

**Ключові слова:** інерційність, дистриб'ютор, імітаційне моделювання, Vensim, коливання.

Сьогодні практично неможливо уявити собі велику компанію без мережі регіональних представництв. Роздрібні мережі активно ведуть експансію в регіони, а виробники розуміють, що без налагодженої регулярної системи надходжень товар не потрапить до кінцевого споживача. Тому останні вдаються до послуг фірм-дистриб'юторів, послугами яких користуються роздрібні магазини та торговельні мережі.

Дистриб'ютор як підприємство, що балансує між строками дебіторської та кредиторської заборгованості, найбільше вразливий до впливу властивості інерційності. Дослідження інерційності в діяльності дистриб'ютора, моделювання його фінансово-матеріальних потоків обумовлює подвійну актуальність роботи, оскільки в умовах євроінтеграції злагоджена та ритмічна робота дистриб'юторів може підвищити конкурентоспроможність національних виробників та збільшити товарообіг.

Теоретичні та практичні аспекти функціонування оптової торгівлі та діяльності оптових підприємств знайшли висвітлення у наукових працях таких провідних вчених-економістів, як Н. Голошубова [1], Р. Ларіна [2], Л. Миротина [4], Л. Носач [5] та ін.

Аналіз фахових джерел показав, що праці наведених авторів стосуються питань теоретичного обґрунтування трансформацій у сфері товарного обігу, визначення місця оптової торгівлі у ринковій інфраструктурі, створення ефективного механізму її функціонування. Водночас виникає необхідність у дослідженні діяльності дистриб'юторів на мікрорівні, оскільки вони є ланкою між виробництвом та кінцевим споживачем.

Хоча в контексті розуміється важливість мінімізації лагу між дебіторською та кредиторською заборгованістю, проте поняття «інерційності» стосовно економічних систем поки що не має загальноприйнятого визначення. Недостатньо досліджені і кількісні вияви властивості інерційності в змінних умовах розвитку соціально-економічних систем. На важливості цих пошуків наголошував академік

Л. А. Мелентьев, який визначав інерційність як здатність систем протистояти зовнішнім і внутрішнім діям, що мають за мету змінити її раніше накреслений рух (розвиток) [6, с. 74]. Він інтегрував властивість інерційності у властивість гнучкості як здатності

системи з необхідною швидкістю змінити свою стратегію для забезпечення розвитку і функціонування при можливих збуреннях. Гнучкість обмежує інерційність. Ці дві характеристики є виявом внутрішніх властивостей системи, обумовлюють її надійність. У роботі В. А. Смірнова [7, с. 121] гнучкість розглядається як закладена в систему здатність знижувати невизначеність на виходах системи в процесах її розвитку при недетермінованих зовнішніх умовах.

Наявні визначення інерційності і гнучкості недостатньо конструктивні. Вони не дають можливості оцінювати кількісні параметри цих властивостей, порівнювати соціально-економічні системи за силою їх вияву. Залишається потреба в розробці методичного інструментарію кількісної оцінки показників, що дають змогу аналізувати властивість інерційності при визначенні можливих і ефективних стратегій розвитку соціально-економічних систем.

Метою роботи є моделювання фінансових та матеріальних потоків дистриб'ютора з метою дослідження властивостей інерційності та вироблення методичних рекомендації щодо її аналізу та управління.

Інерційність у математиці частіше пов'язують з лаговими економетричними моделями. Отже, сутність інерційності передбачає динамічний аналіз показників соціально-економічної системи, а саме - їх траєкторії. Траєкторія  $Q(t)$  описує стан об'єкта, що вивчається, на основі множини показників, є функцією від часу:

$$Q = Q(t), t \in [0, T], \quad (1)$$

де  $[0, T]$  - кінцевий відрізок, на якому визначена траєкторія [8, с. 22].

При цьому час  $t$  може враховуватися як безперервно, так і дискретно. У першому випадку час змінюється в інтервалі  $[0, T]$ ,  $t \in [0, T]$ ; іноді  $-L < t < +M$ . Змінні системи виражаються послідовністю  $x(t)$ ,  $x(t) \in X$ . Коли змінні зображуються у вигляді вектора  $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ , то  $x_i(t) \in X$ ;  $t \in [0, T]$ . Часто фіксується початковий стан функціонування динамічної системи  $t_0$ , тоді  $x(t_0) = x_0$  - початковий стан системи. У моделях з безперервним часом зміни в стані системи описуються за допомогою диференціальних рівнянь:

$$f(x, u, t) = 0, \quad (2)$$

де  $f(x, u, t)$  – деякі задані функції стану і управління, залежні від часу.

На змінні  $x$  зазвичай накладаються обмеження  $x_i \in X_i$ . На управління також накладаються обмеження  $u(t) \in U(t)$ ,  $t \in [t_0, t_1]$ . Найпростішим окремим випадком є динамічні системи, які описуються лінійними рівняннями.

Диференційні лінійні рівняння потребують дослідження їх особливих точок, що поділяються на центр, стійкий та нестійкий вузол, стійкий та нестійкий фокус, сідло. Тип особливої точки обумовлює динаміку соціально-економічної системи, зокрема її коливання, період зменшення коливань або, навпаки, параметри, при яких коливання стають більшими.

Крім того, ускладнення, яке виникає найчастіше, – це наявність в економічних системах запізнювань (лагів). Такі ефекти описуються за допомогою введення лагів у рівняння моделі [9, с. 351].

Оскільки економічні процеси та їх етапи мають дискретний характер, то у дискретному уявленні багато динамічних економічних процесів формуються у вигляді багатокрокового процесу. У таких моделях час подається в трьох значеннях: початковий момент  $t_0$ , проміжок часу між двома будь-якими етапами або подіями  $\phi$  і кінцевий момент часу (закінчення процесу)  $T$ . Для спрощення моделей часто приймається  $\phi = const$ , хоча впродовж проходження процесу значення  $\phi$  можуть змінюватися.

Наявність додаткових умов може змінювати інерційність, отже функція  $u(t)$  може бути представлена композиційно.

Таким чином, властивість інерційності має таке підґрунтя:

- виникнення коливань залежно від типу особливої точки;
- виникнення затримки (лагу) змінної;
- виникнення додаткових умов функціонування.

Економічну інерцію за аналогією з фізичною можна характеризувати зусиллями, необхідними для зміни траєкторії (темтів, структури, пропорцій) розвитку певної соціально-економічної системи. Ці зусилля можуть відображатися в таких показниках, як:

- 1) повні (прямі і непрямі) капіталовкладення або витрати для переходу з одного типу траєкторії на інший, більш сприятливий;
- 2) час, що вимагається для управління, зокрема освоєння капіталовкладень і реалізації заходів забезпечення;
- 3) максимальні ефективні зміни показників та додаткових умов.

Останній показник є комплексним, похідним від перших. Кількісна оцінка всіх цих показників, подання їх у вигляді функціональної залежності дає можливість зіставити і ранжувати різні сценарії за їх інерційністю.

Розглянемо наведені тези на прикладі дослідження властивості інерційності дистриб'ютора.

Дистриб'ютор – це торговець, який виступає від імені фірми і виконує дистриб'юторські функції відносно товаровиробника [4, с. 26]. Укладаючи договір з виробником на реалізацію товару, останній стає його повноважним представником. Виробник,

вдаючись до послуг дистриб'ютора, при спільній угоді визначає ціну, ринок, терміни реалізації, умови розрахунку за товари. Якість роботи будь-якого підприємства залежить від управління фінансово-матеріальними потоками.

Основними джерелами фінансових ресурсів є прибуток, позикові та залучені кошти. Товарні запаси – це частина товарного забезпечення, що становить сукупність товарної маси в процесі руху її зі сфери виробництва до споживача [2, с. 42].

Товарні запаси утворюються на всіх стадіях руху товару: на складах виробничих підприємств, у дорозі, на складах оптових і роздрібних товарних підприємств. Факторами, що впливають на систему управління фірми-посередника, є:

Обсяг продажів. Загальна вартість проданих підприємством товарів і послуг за вирахуванням вартості проданого товару в кредит, кількість грошових коштів або інших благ, що отримується компанією за певний період її діяльності, в основному за рахунок продажу товарів або послуг.

Розмір замовлення на виробництво. Кількість товару в грошовому втіленні, який замовляється у виробника, і залежить від прибутку дистриб'ютора, що обумовлює вільні кошти для закупівель.

Кваліфікація персоналу. Рівень підготовленості особи: базова спеціальна освіта, професійні знання, навички й уміння, досвід роботи, що забезпечує якість і безпеку під час виконання посадових обов'язків. Під кваліфікацією персоналу може розумітися відсоток персоналу, що працює визначений термін на підприємстві.

Заробітна плата персоналу. Винагорода, обчислена зазвичай у грошовому вимірі, яку за трудовим договором власник або уповноважений ним орган виплачує працівникові за виконану ним роботу. Розмір зарплати представника дистриб'ютора залежить від складності та умов виконуваної роботи, професійно-ділових якостей працівника і є відсотком від обсягу реалізації.

Повернення товару з торгових точок. З торгових точок повертається товар, який не мають можливості реалізувати.

Витрати на паливно-мастильні матеріали.

Постійні витрати – витрати, розмір яких залишається незмінним при зміні обсягу виконаних проектних робіт, зокрема витрати, пов'язані з управлінням, організацією та обслуговуванням торговельної діяльності.

У роботі було побудовано концептуальну модель у вигляді діаграми причинно-наслідкових зв'язків та діаграми потоків, формалізації рівнянь моделі, розробки сценаріїв вихідних числових даних [10, с. 54], що містить вищенаведені основні фактори впливу. Для моделювання використано програмний пакет Vensim, що реалізує підходи системної динаміки. Отримані динамічні результати зберігались у файлі даних та використовувалися для аналізу поведінки змінних моделі.

На діаграмі потоків (рис. 1) стрілками відображені наступні причинно-наслідкові зв'язки: інтенсивність реалізації товарів залежить від вартості товарних запасів і частки реалізованих товарів; витрати виробництва залежать від обсягу грошових засобів і частки коштів, що йдуть на покриття витрат, приріст товарних запасів і зменшення грошових коштів залежать від витрат виробництва, зменшення

товарних запасів і приріст грошових коштів залежать від інтенсивності реалізації товарів.

Аналіз діаграми дозволяє зробити висновок про принципову можливість стійкості модельованої системи (це гарантує наявність контурів від'ємного зворотного зв'язку) [11, с. 26].

Щоб здійснити запуск моделі, необхідна система рівнянь, яка описує залежність змінних:

$ZT$  – вартість товарних запасів;  $ZT_0$  – початкове значення  $ZT$ ;

$ODR$  – обсяг грошових ресурсів;  $ODR_0$  – початкове значення  $ODR$ ;

$OP$  – обсяг продажів;  $Nac$  – націнка;

$PTZ$  – приріст товарних запасів;  $UTZ$  – зменшення

товарних запасів;

$PDR$  – приріст грошових ресурсів;  $UDR$  – зменшення грошових ресурсів;

$PV$  – повернення товару з торгової точки;

$CV$  – частка повернення товару з торгової точки від загального обсягу продажів;

$DI$  – частка постійних та змінних витрат;  $ZNZ$  – заявка на завод;

$KP$  – кваліфікація персоналу;  $ZPP$  – заробітна плата персоналу;

$CZPP$  – відсоток від обсягів продажу, що спрямовується на заробітну плату персоналу;

$t$  – системний час.

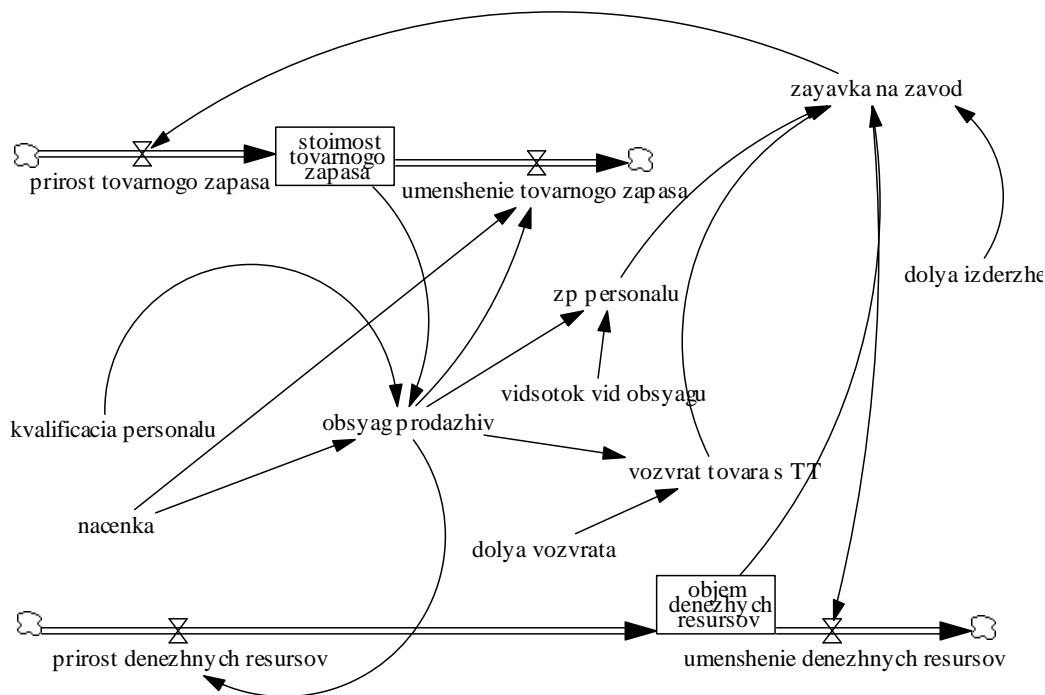


Рис. 1. Діаграма потоків моделі

Математичний запис структурних співвідношень у дискретному вигляді розглянутої моделі має вигляд:

$$ZT_t = ZT_{t-1} + \Delta t (PTZ_{t-1,t} - UTZ_{t-1,t});$$

$$ODR_t = ODR_{t-1} + \Delta t (PDR_{t-1,t} - UDR_{t-1,t});$$

$$OP_t = ZT_t \times KP \times Nac;$$

$$ZNZ_t = ODR_t \times (1 - DI) - ZPP_t - PV_t$$

$$PTZ_{t,t+1} = ZNZ_t; \quad UTZ_{t,t+1} = OP_t / Nac;$$

$$PDR_{t,t+1} = OP_t; \quad UDR_{t,t+1} = Zayavka_t;$$

$$PV_t = OP_t \times CV;$$

$$ZPP_t = OP_t \times CZPP;$$

$$t = 0, 1, \dots, 52.$$

Для побудови системно-динамічної імітаційної моделі в Vensim визначено часові межі: інтервал 1 тиждень, кількість періодів дорівнювало 52, отже, 1 рік. Початкові дані:  $ODR_0 = 1000$ ;  $ZT_0 = 500$ ;  $DI=0.4$ ;  $CV=0.01$ ;  $KP=0.615$ ;  $NAC=1.02$ ;  $CZPP=0.03$ .

За імітаційним експериментом отримано прогностні значення рівнів – змінних, що обчислюються на основі рекурентних співвідношень і припускають інтегрування за часом різниці вхідних і вихідних темпів (визначених на інтервалі).

На першому етапі дослідження моделі було прийнято нульову націнку, при вказаних початкових

даних отримано коливання фінансових ресурсів та їх стабілізацію протягом 4 тижнів.

На другому етапі було проведено імітаційне моделювання запасу фінансових ресурсів залежно від параметрів кваліфікації персоналу  $KP$  (частка працівників, що працюють на підприємстві більше одного року) та частки витрат  $DI$  (табл. 1).

Бачимо, що процес стабілізації обсягу грошових ресурсів характеризується наступними видами траєкторій:

- S-крива: ділянка зростання або ділянка зменшення;
- зменшення коливань до їх стабілізації;
- посилення коливань.

Крім того, при наявності коливань залишається незмінним значення стабілізації – 842,85 гр. од., при відсутності коливань стабілізація досягається при вищих обсягах.

В економічному сенсі коливання впливають на ритмічність роботи дистриб'ютора та можуть вплинути на його платоспроможність. Коливання порушують роботу підприємства, оскільки постійно виникає платіжний надлишок або нестача,

дистриб'ютор постійно змушений залучати додаткові засоби або шукати джерела інвестування своїх вивільнених ресурсів.

На третьому етапі було здійснено моделювання впливу затримки даних на стабілізацію фінансових ресурсів. Для підприємств оптової торгівлі середній час між реалізацією продукції та отриманням коштів дорівнює близько двом тижням. Якщо ввести затримку два тижні в змінну *PDR*, то отримуємо збільшення періоду стабілізації до 20 тижнів.

На четвертому етапі змодельовано додаткові умови для діяльності дистриб'ютора, а саме - вибір торгової марки. Важливість цього вибору пояснюється не тільки тим, що на сучасному ринку функціонує велика кількість постачальників схожих продуктів.

Було обрано початкові показники для дистриб'ютора: запас товару на складі дорівнює нулю;

початковий обсяг фінансових ресурсів – 2000 грн. од., кваліфікація персоналу 0,75, частка витрат 0,4.

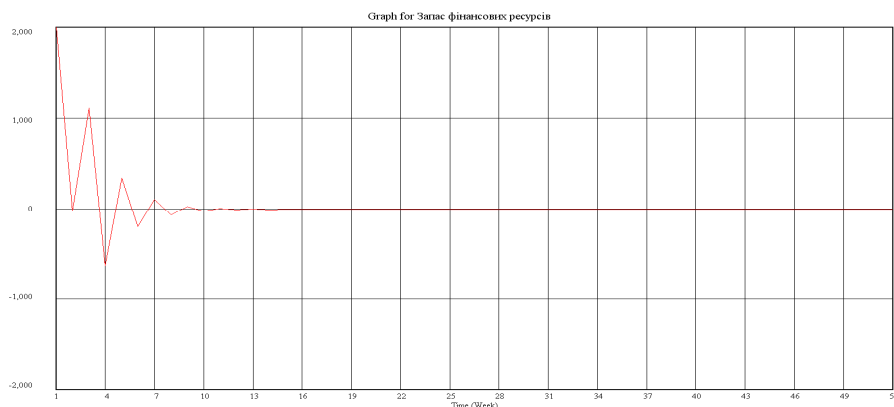
Для моделювання використано три сценарії умов постачальників:

- Постачальник 1: відсоток повернення товару 100, але мінімальна заявка на виробництво дорівнює 500 гр.од. щотижня.
- Постачальник 2: 50% повернення товару з мінімальною заявкою 200 гр. од.
- Постачальник 3: повернення 10 % товару, не має вимог до мінімальної заявки.

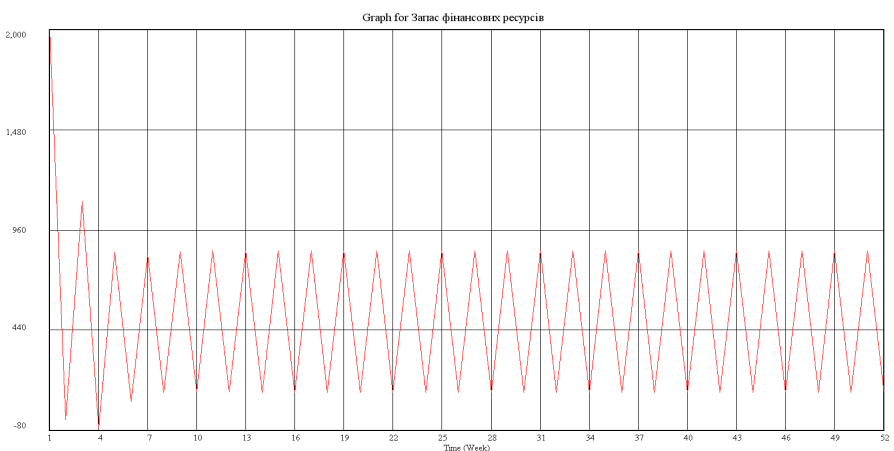
За результатами моделювання отримано результати (рис. 2).

На основі отриманих графів динаміки видно, що при роботі з постачальником 1 на 14 тижні фірма збанкрутує, при роботі з постачальником 2 існує постійна нестабільність планування фінансових ресурсів, при

### Постачальник 1



### Постачальник 2



### Постачальник 3

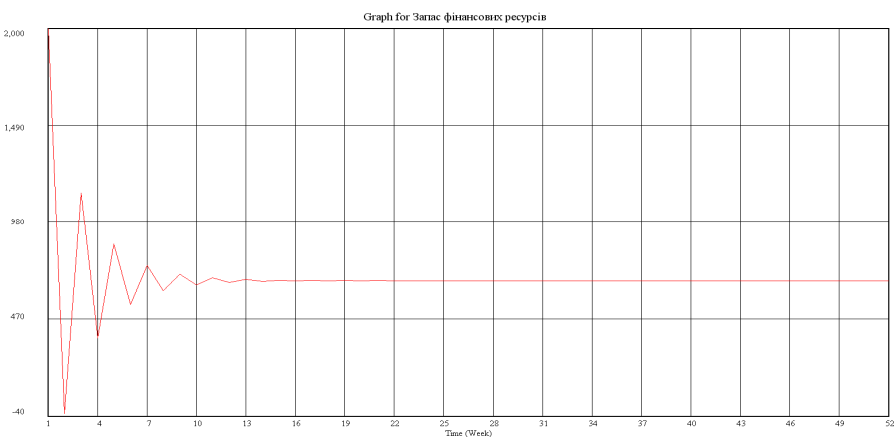


Рис. 2. Результати прогону моделі за умовами постачальників

роботі з постачальником з стабілізація спостерігається на рівні 670,21 починаючи з 15 тижня діяльності.

Отже, на основі отриманих результатів можна зробити висновок, що найпривабливішим постачальником є 3.

У статті нами було досліджено властивості інерційності соціально-економічних систем на основі побудови імітаційної моделі в програмному пакеті Vensim. Для цього ми спиралась на принципи системної динаміки та використовували теорію диференціальних рівнянь для визначення переходу між траєкторіями соціально-економічної системи, що базуються на аналізі параметрів управління, впливу затримки на збалансованість діяльності дистриб'ютора та дають змогу визначити характер траєкторії (коливань чи зміни), періоди стабільного фінансування та підвищену потребу в коштах.

### Список літератури

1. Голошубова, Н. О. Розробка товарної політики на підприємствах оптової торгівлі в системі маркетингу [Текст] / Н. О. Голошубова, Н. І. Тришкіна // Вісник Хмельницького національного університету. – 2005. – №4, Ч2, Т.1 – С. 18-27.
2. Ларіна, Р. Р. Формування та забезпечення надійності регіональних логістичних систем [Текст] : монографія / Р. Р. Ларіна. – Донецьк: "Норд-Пресс", 2005. – 284 с.
3. Математическое моделирование: методы, описания и исследования сложных систем [Текст] / Под ред. А. А. Самарского. – М.: Наука, 1989. – 128 с.
4. Миротин, Л. Б. Эффективная логистика [Текст] / Л. Б. Миротин, М. Э. Ташбаев, О. Г. Порошина – М.: Издательство «Экзамен», 2003 –160с.
5. Носач, Л. Л. Вплив стану дебіторської та кредиторської заборгованостей на рух грошових потоків підприємств оптової торгівлі [Текст] / Н. О. Власова, Л. Л. Носач // Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі : зб. наук. праць – Харків: ХДУХТ, 2009. – Вип. 1(9). – С. 262-267.
6. Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики [Текст] / .: Вип. 61. Проблемы исследования и обеспечения надежности либерализованных систем энергетики / Отв. ред. Н. И. Воропай, А. Д. Тевяшев. – Иркутск: ИСЭМ СО РАН, 2011. – 543 с.
7. Соколов, В. Г. Исследование гибкости и надежности экономических систем [Текст] / В. Г. Соколов, В. А. Смирнов. – Новосибирск: Наука. Сиб. отделение, 1990. – 253 с.
8. Клебанова, Т. С. Моделирование финансовых потоков предприятия в условиях неопределенности [Текст] : монография / Т. С. Клебанова, Л. С. Гурьянова, Н. Богониколос, О. Ю. Кононов, А. Я. Берсуцкий. – Х. : ИД "ИНЖЕК", 2006. – 312 с.
9. Стельмах, О. А. Моделирование инфраструктуры развития спортивного туризма на основе системно-динамического подхода [Текст] / О. А. Стельмах // Науковий вісник НЛТУ України. – 2011. – Вип. 21.7 – С. 349-355.
10. Форрестер, Дж. Основы кибернетики предприятия (индустриальная динамика) [Текст] / Дж. Форрестер. – М.: Изд-во "Прогресс", 2006. – 340 с.
11. Анфилатов, В. С. Системный анализ в управлении [Текст] / В. С. Анфилатов. – М.: Изд-во "Финансы и статистика", 2002. – 368 с.

### РЕЗЮМЕ

*Кнышенко Татьяна*

**Исследование свойства инерционности при моделировании финансово-материальных потоков дистрибьютора**

В статье рассмотрены особенности исследования инерционности социально-экономических систем, а также приведен пример влияния инерционности на динамику финансово-материальных потоков дистрибьютора.

### RESUME

*Knyshenko Tetyana*

**Research of inertance at modeling of financial and material flows of distributor**

The author considers the features of inertance in the socio-economic systems. In the article there has also been proved the model of financial and material flows of distributor.

*Стаття надійшла до редакції 08.04.2012 р.*