

Богдан Миколайович ШТЕФАН

Аспірант,
кафедра міжнародних економічних відносин і міжнародної інформації,
Тернопільський національний економічний університет
E-mail: 4277291@gmail.com

**МОДЕЛЬ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ АНАЛІТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЦЕСУ
ВИРОБНИЦТВА НОВОЇ ПРОДУКЦІЇ**

Штефан, Б. М. Модель інформаційної технології аналітичного забезпечення процесу виробництва нової продукції [Текст] / Богдан Миколайович Штефан // Економічний аналіз : зб. наук. праць / Тернопільський національний економічний університет; редкол. : В. А. Дерій (голов. ред.) та ін. – Тернопіль : Видавничо-поліграфічний центр Тернопільського національного економічного університету “Економічна думка”, 2015. – Том 21. – № 2. – С. 229-237. – ISSN 1993-0259.

Анотація

Вступ. Досліджено проблему розробки і використання сучасного інструментарію аналітичної підтримки прийняття рішень в управлінні бізнес-процесами підприємств на засадах широкого використання новітніх інформаційних технологій для аналізу генерованих альтернатив та вибору найкращої з них в умовах ризикованості і невизначеності.

Мета статті – розробка моделі інформаційної технології аналітичного забезпечення процесу виробництва нової продукції підприємством з урахуванням динаміки ринкового попиту на продукт та ефекту фінансового левериджу.

Методи. Застосовано методи процесного та контекстного моделювання, нечіткої логіки, економіко-математичного моделювання, системного аналізу і структурного синтезу.

Результати. Побудована модель можливість комп'ютеризованої системи для аналітичної підтримки оцінки інноваційних пропозицій для виробництва нової продукції за ефективністю фінансового левериджу з урахуванням динаміки попиту. Запропоновано математичне забезпечення моделі та виявлено напрями її інтеграції в інформаційну систему підприємства. На основі конкретизованих вимог спроектовано загальну структуру програмної реалізації моделі прогнозу попиту, побудовано модель її реалізації на основі засобу Mindjet MindManager 8.

Ключові слова: аналітична технологія; прогноз; попит; рішення; новий продукт; інноваційна пропозиція; фінансовий леверидж.

Bohdan Mykolaiovych SHTEFAN

PhD Student,
Department of International Economic Relations and International Information,
Ternopil National Economic University
E-mail: 4277291@gmail.com

MODEL OF INFORMATION TECHNOLOGY OF ANALYTICAL SUPPORT OF NEW PRODUCTS

Abstract

Introduction. The problem of the development and use of modern tools of analytical decision support in the management of business processes is based on widespread use of new information technologies for the analysis of the generated alternatives and selection the best of them in terms of risk and uncertainty.

Purpose. The aim of the article is to develop the information technology model of providing the analytical process of new products with the consideration of the dynamics of market demand for the product and the effect of financial leverage.

Method (methodology). The methods that have been used in the article are as the following: method of process and context modeling, method of fuzzy logics, method of economic and mathematical modeling, method of system analysis and structural synthesis.

Results. It has been constructed a model of a computerized system for analytical support of innovative proposals for the evaluation of new products according to the efficiency of financial leverage with the consideration of the

dynamics of demand. A mathematical software of the model is provided. The ways of its integration into the information system of the company are investigated. On the basis of concretized requirements it has been designed the overall structure of software implementation of model of forecast demand. It has been constructed the model of its implementation on the basis of product Mindjet MindManager 8.

Keywords: analytical technology; forecast; demand; decision; new product; innovation offer; financial leverage.

JEL classification: M15

Вступ

Загострення умов конкуренції на товарних ринках актуалізує для вітчизняних підприємств проблему використання сучасного інструментарію прийняття рішень в управлінні бізнес-процесами на всіх рівнях. При цьому час, відведений на прийняття управлінських рішень, невпинно скорочується, що потребує широкого використання новітніх інформаційних технологій для аналізу генерованих альтернатив та вибору найкращої з них в умовах ризиковості і невизначеності.

Питаннями інформаційно-аналітичного забезпечення діяльності підприємств та прийняття управлінських рішень займалася низка вітчизняних вчених: Белявцева В., Вітлінський В., Єрмошенко М., Кузнецова С., Ляшенко О., Маркова В., Ситник В., Сліпенький В, Ріппа С. та багато інших.

Проблематика аналітичного забезпечення прийняття управлінських рішень в управлінні маркетинговими бізнес-процесами донині є слабко розробленою з практичної точки зору, адже попри наявність багатьох теоретичних концепцій і моделей сьогодні надзвичайно мало прикладних рішень, реалізованих засобами сучасних інформаційних технологій, що можуть використовуватися на підприємствах.

Враховуючи той факт, що більшість готових програмних продуктів для прийняття маркетингових рішень є надзвичайно дорогими для вітчизняних підприємств [1], практична реалізація прикладних моделей аналітичного забезпечення прийняття рішень щодо виведення нових товарів на ринки, реалізації інноваційних проектів оновлення виробництва, тощо є надзвичайно актуальною.

Мета та завдання статті

Ми поставили мету: розробити модель інформаційної технології аналітичного забезпечення процесу виробництва нової продукції підприємством з урахуванням динаміки ринкового попиту на продукт та ефекту фінансового левєриджу. Відповідно до мети вирішені наступні завдання: формулювання вимог до комп'ютерної системи, що реалізовує інформаційну технологію на основі моделювання бізнес-процесів; ідентифікація математичного забезпечення на основі теорії нечітких множин; розробка концепції інформаційного моделювання ситуації прийняття рішень.

Виклад основного матеріалу дослідження

Наше дослідження базується на підході О. Ляшенко, описаному у роботі [2], тому розглянемо для модельного прикладу загальну бізнес-модель підприємства молочної галузі. Моделювання бізнес-процесів підприємства проведено за допомогою діаграм використання (Use Case Diagram) в нотації *UML* (*Unified Modeling Language* – універсальної мови моделювання). Як інструментальний засіб, використано пакет прикладних програм Rational Rose.

На контекст-діаграмі, зображеній на рис. 1, показано основні типи зовнішніх об'єктів підприємства, їх основні матеріальні та інформаційні потоки.

Зауважимо, що для прийняття обґрунтованих рішень щодо можливості виробництва нової продукції для споживачів на основі реалізації проектів інноваційного оновлення виробництва, за умови їх фінансування із залученням позикових коштів, необхідне врахування вартості проектів, їх прибутковості та окупності в умовах маркетингового середовища підприємства [1]. Для мінімізації можливих витрат запропоновано розробити спеціальну комп'ютерну модель, яка дозволяла б оцінювати ефективність фінансового левєриджу при впровадженні нових видів продукції підприємством.

Контекст-діаграма такої моделі наведена на рис. 2. Користувач моделі вибирає номенклатуру продукції та часовий діапазон аналізу, вводить інформацію про сезонність реалізації товарної номенклатури, яка оцінюється експертним методом. Детальніше процес використання моделі описаний на наступній діаграмі декомпозиції, що містить достатньо багато процесів моделі для її програмної реалізації (рис. 3).

Розглянемо їх детальніше. Користувач системи задає вхідну інформацію моделі, яка умовно поділена на три класи: параметри реалізації, параметри сезонності, параметри управління та діапазон аналізу.

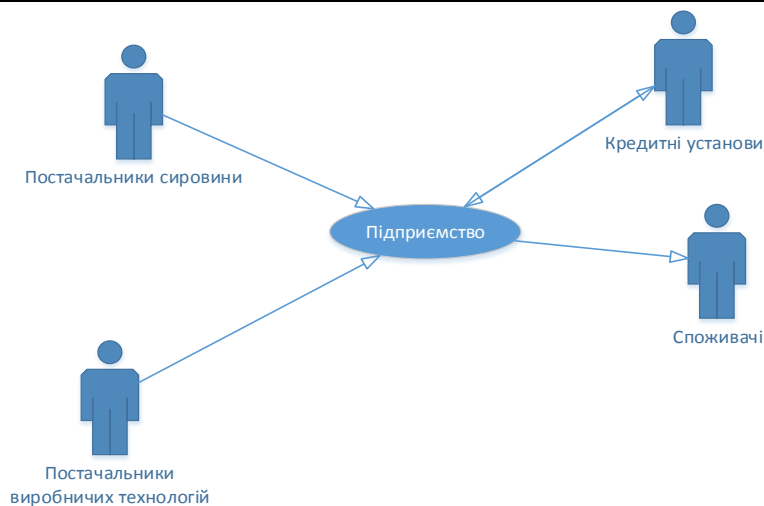


Рис. 1. Контекст-діаграма функціонування підприємства

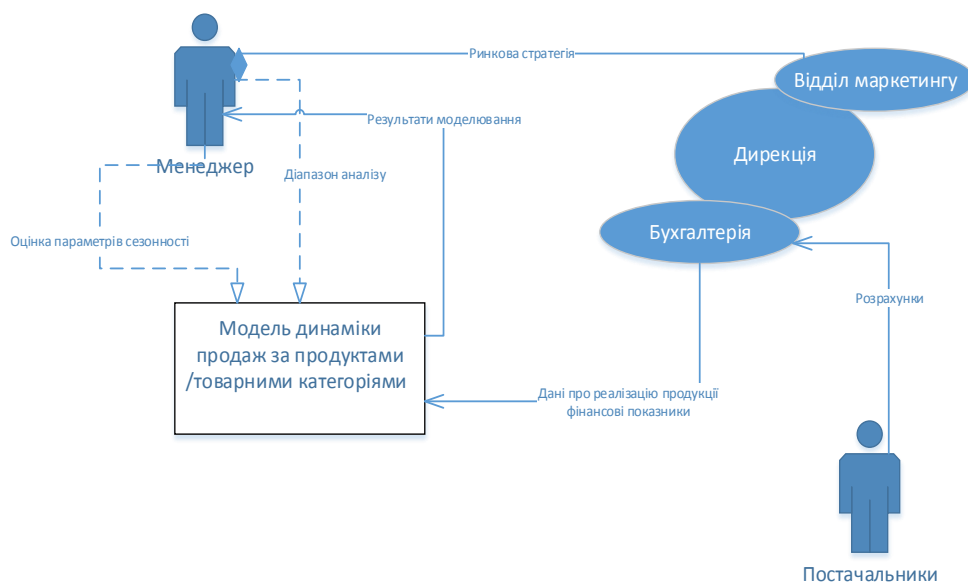


Рис. 2. Контекст-діаграма моделі процесу аналізу динаміки споживання продукції на ринку

Ця інформація подається на диспетчер моделі. Він здійснює необхідну візуалізацію вхідної інформації, визначає параметри проведення аналізу та передає управління аналізатору продажів. Аналізатор викликає ідентифікатор нелінійних регресій, який здійснює підбір параметрів регресії відповідно до характеру динаміки продажів: за зростаючою або спадною тенденціями. Зміна цих підходів забезпечується використанням різних регресійних залежностей в ідентифікаторі параметрів. Після ідентифікації параметрів регресії аналізатор здійснює візуалізацію прогнозів відповідно до заданих параметрів моделювання.

Таким чином, сформовано загальні вимоги до розроблюваної комп'ютерної моделі. Базові математичні співвідношення, які необхідні для здійснення програмної реалізації моделі, наведено далі.

Показник, який відображає рівень додатково генерованого прибутку на власний капітал при різній частці використання позикових коштів, називається ефектом фінансового левериджу [2]:

$$EFL = (1 - SPP) \cdot (VRA - PK) \cdot ZK / VK \quad (1)$$

де EFL — ефект фінансового левериджу;

SPP — ставка податку на прибуток;

VRA — коефіцієнт валової рентабельності активів, %;

PK — середній розмір відсотків за кредит, що сплачуються підприємством за використання позикового капіталу, %;

ZK — середня сума використовуваного підприємством позикового капіталу;

VK — середня сума власного капіталу підприємства.



Рис. 3. Діаграма декомпозиції моделі динаміки попиту на продукцію

Така загальна формула ефекту фінансового левериджу дозволяє оцінити загальний вплив позик на фінансовий стан підприємства. Однак такий стан складається під впливом серії окремих рішень, які можуть покращити або погіршити ситуацію на підприємстві. Намагання отримання прибутків із великим ступенем ризику може призводити до втрат на підприємстві і воно повинно мати достатній запас міцності. Тому показник ефекту фінансового левериджу EFL має бути доповнений показником ефекту фінансового левериджу окремого проекту

$$EFLP = (1 - SPP) \cdot (PP / ZP - PK) \quad (2)$$

де $EFLP$ — ефект фінансового левериджу, що полягає в прирості коефіцієнта рентабельності власного капіталу, %;

PP — очікуваний прибуток проекту;

ZP — очікувані затрати на реалізацію проекту;

PKP — розмір відсотків за кредит-проектами.

Складність побудови вказаної оцінки в тому, що будь-якому прогнозу притаманна певна невизначеність. Для врахування цього факту до оцінки левериджу по проекту застосовуємо нечіткі трикутні числа [3]. При цьому будуть задіяні всі характерні значення нечіткої оцінки. Якщо загальні значення фінансового левериджу підприємства при цьому набувають допустимих значень, то проект може бути прийнятий до реалізації.

Зауважимо, що поточне значення всіх вхідних (позитивних) грошових потоків порівнюється з теперішнім значенням вихідних (негативних) потоків, обумовлених капітальними вкладеннями для реалізації проекту. Різниця між першим і другим є чистим поточним значенням, величина якого визначає правило ухвалення рішення [2]. При цьому поточне значення показників отримується шляхом дисконтування в часі цих потоків.

Надалі вважаємо, що основна невизначеність реалізації проекту міститься в сумах чистих грошових потоків, яка обумовлена нечіткістю прогнозних приростів реалізації продукції, отримуваних у результаті реалізації проекту.

Оскільки кожна категорійна характеристика обсягів реалізації продукції характеризується середніми обсягами та відхиленнями, які постійно змінюються, то їх можна описати нечіткими функціями.

З метою спрощення репрезентації типової тенденції обсягів реалізації продукції підприємства, моделюємо її кубічною залежністю:

$$TR_i(t) = a_{0,i} + a_{1,i} \cdot t + a_{1,i} \cdot t^2 + a_{1,i} \cdot t^3, \quad (3)$$

параметри якої можна підібрати на основі статистичних даних методом найменших квадратів. Тепер перейдемо до побудови нечіткої функції відхилень реалізації послуг або продукції підприємства. Для цього експериментальні дані очистимо від тенденції, отримуючи масив VV випадкових відхилень:

$$VV_i(t_{r,m}) = ER_i(t_{r,m}) - TR_i(t_{r,m}), \quad (4)$$

де індекси r та m означають рік та місяць спостережень.

Оскільки для оцінки параметрів інвестиційних проектів розглядаються річні періоди, то функцію відхилень будемо вважати постійною протягом цього відрізка часу. Тому встановлюємо середні $S_{r,i}$, максимальні $M_{r,i}$ та мінімальні $m_{r,i}$ значення масиву випадкових відхилень за роками спостережень і визначаємо нечітку функцію відхилень наступним чином:

$$\underline{VR}(\tau)_i = (m_{r,i}, S_{r,i}, M_{r,i}) \quad \tau \in T_r, \quad (5)$$

де T_r - множина точок спостереження року r .

Таким чином, відхилення по кожному річному періоду визначається як нечітке значення $S_{r,i}$ із невизначеністю в межах від $m_{r,i}$ до $M_{r,i}$. Ця невизначеність характеризує маркетинговий ризик реалізації проекту. Відповідно до наведених вище положень, величина грошового потоку може бути оцінена нечітким трикутним числом:

$$\Delta V_t = \sum_{\tau \in T(t)} [TR_i(\tau) + VR_i(\tau)] \cdot Rn \quad (6)$$

де $TR(\tau)$ - тенденція реалізації протягом місяця τ ,
 $VR(\tau)$ - річне відхилення реалізації (нечітке трикутне число),
 Rn - рентабельність реалізації,
 t - рік реалізації,
 $T(t)$ - множина місяців року реалізації t .

З того, що у формулі (6) VR є єдиним нечітким числом, яке має трикутне представлення, впливає, що сума чистого грошового потоку NPV також є трикутним нечітким числом [1]. Дійсно, підставляючи (6) у (2), отримаємо:

$$EFLP = (1 - SPP) \cdot (Rn \cdot \sum_{\tau \in T(t)} (TR(\tau) + VR(\tau)) / ZP - PK) \quad (7)$$

З метою спрощення відбору допустимих проектів значення вибраного критерію можна порівнювати із деяким чітким критичним значенням. Для проведення цього порівняння можна використати методику ризик-функцій, розроблену А. Недосекіним [9].

Однак такий підхід суттєво розширює інтервал невизначеності за рахунок виконання операцій над нечіткими величинами за правилами інтервальної арифметики [1]. Тому отриманий згідно з описаним підходом гарантований інтервал оцінки сумарних обсягів прибутку буде малоінформативним. Щоб отримати інформативніші оцінки, потрібно використовувати не всі діапазони можливих значень нечітких величин, а лише їх області із найвищими значеннями функцій належності.

Задамося деяким рівнем ризику α і встановимо для нього ризиковий інтервал допустимих значень. При цьому вимагаємо, щоб ризик прийняття значень поза цим інтервалом як зліва, так і справа був

рівновеликим $\frac{\alpha}{2}$. Для побудови розрахункових формул пропорційного звуження допустимих значень обчислимо площу трикутника, обмеженої трикутною функцією належності:

$$S_{\Delta aMc} = S_{\Delta aMb} + S_{\Delta bMc} = \frac{b-a}{2} + \frac{c-b}{2} = \frac{c-a}{2} \quad (8)$$

Якщо функцію належності μ нормувати наступним чином:

$$\mu^*(x) = \frac{\mu(x)}{S_{\Delta aMc}} \quad (9)$$

то її зміст наблизиться до змісту густини розподілу випадкової величини, оскільки інтеграл нормованої функції належності по всіх допустимих значеннях буде дорівнювати одиниці. Вид функції $\mu(t)$ неважко побудувати на основі її означення:

$$\mu(x) = \begin{cases} \frac{x-a}{b-a}, & x \leq b, \\ \frac{c-x}{c-b}, & x > b. \end{cases} \quad (10)$$

На основі нормованої функції належності побудуємо аналог функції розподілу випадкової величини:

$$\Phi(x) = \int_a^x \mu^*(t) dt = \begin{cases} \int_a^x \frac{2(t-a)}{(b-a)(c-a)} dt, & x \leq b, \\ \Phi(b) + \int_b^x \frac{2(c-t)}{(c-b)(c-a)} dt, & x > b. \end{cases} \quad (11)$$

Із урахуванням того, що $\Phi(b) = \frac{b-a}{c-a}$, отримуємо

$$\Phi(x) = \begin{cases} \frac{(x-a)^2}{(b-a)(c-a)}, & x \leq b, \\ 1 - \frac{(c-x)^2}{(c-b)(c-a)}, & x > b. \end{cases} \quad (12)$$

Оскільки область значень функції розподілу належить відрізку $[0,1]$, їй можна поставити у відповідність рівномірно розподілену на цьому ж відрізку випадкову величину y . Оскільки функція розподілу є монотонно неспадною, то до неї можна побудувати обернену:

$$X(y) = \begin{cases} a + \sqrt{y(b-a)(c-a)}, & y \leq \frac{b-a}{c-a}, \\ c - \sqrt{(1-y)(c-b)(c-a)}, & y > \frac{b-a}{c-a} \end{cases} \quad (13)$$

При цьому випадкова величина $X(y)$ матиме трикутний закон розподілу. Тепер можна ввести звужений інтервал значень нечіткої величини (a_α, b, c_α) згідно з правилами:

$$\Phi(a_\alpha) \geq \frac{\alpha}{2}, \quad (14)$$

$$\Phi(c_\alpha) \leq 1 - \frac{\alpha}{2}, \quad (15)$$

На основі попередніх співвідношень неважко встановити, що:

$$a_\alpha = a + \sqrt{\frac{\alpha}{2}(b-a)(c-a)} \quad (16)$$

$$c_\alpha = c - \sqrt{\frac{\alpha}{2}(c-b)(c-a)} \quad (17)$$

Можна сподіватися, що частка втрачених при цьому значень складатиме α .

Для перевірки ризикованості отриманих оцінок треба буде генерувати випадкові числа з трикутною густиною розподілу. Питання програмної реалізації запропонованих математичних співвідношень та підходів будуть розглянуті надалі.

При побудові програмної реалізації врахуємо, що результати інноваційної пропозиції можуть проявитися лише через декілька часових періодів, стосуватися виробництва та реалізації одного або кількох видів продукції, зокрема виручки їх реалізації або затрат на виробництво. Також слід урахувати, що оцінки та прогнози виручки та затрат носять нечіткий характер і можуть бути представлені нечіткими трикутними числами. У результаті сумування нечітких характеристик за періодами та видами продукції згідно з правилами інтервальної арифметики невизначеність результуючої величини непомірно зростає.

Для зменшення цієї невизначеності пропонуємо використовувати лише найвірогідніші значення нечітких величин, контролюючи при цьому ступінь ризику α . Допустиме значення ризику потрібно буде досліджувати в ході імітаційних експериментів. З цією метою пропонується реалізувати достатню кількість імітаційних експериментів над випадковими величинами із трикутною функцією розподілу на основі повних інтервалів невизначеності. На основі частоти порушення отриманих емпіричних оцінок можна буде визначати допустимі обсяги ризику при оцінках окремих нечітких величин.

За результатами моделювання програмна реалізація моделі генерує звітні документи, а також відповідний текстовий файл. Цей текстовий файл інтерпретується бухгалтерською підсистемою і записується у відповідну базу даних, щоб за довільним запитом без перерахунку можна було відтворити результати моделювання.

На основі конкретизованих вимог спроектовано загальну структуру програмної реалізації моделі прогнозу попиту, яка наведена на рисунку 4 та деталізована на рисунку 5 і побудована на основі наведених вище принципів за допомогою методики карти знань та засобу Mindjet MindManager 8.



Рис. 4. Загальна структура програми дослідження впровадження нових видів продукції на основі інноваційних пропозицій

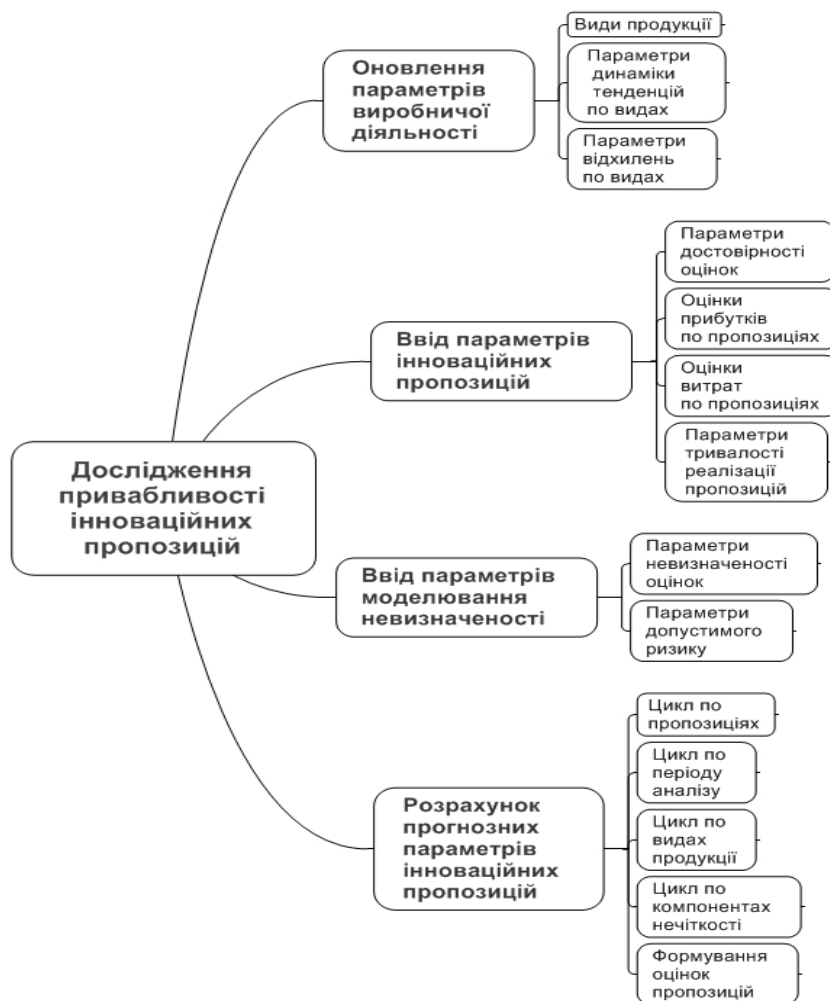


Рис. 5. Схема декомпозиції програми дослідження привабливості впровадження нових видів продукції

Загальна структура програмної реалізації моделі оцінки ефективності фінансового левериджу містить уведення часового ряду обсягів реалізації. Тривалість часового ряду визначається значенням параметру бази прогнозу. Значення параметрів моделювання вводиться за допомогою окремого програмного фрагмента. Також вводяться параметри інноваційних пропозицій та виробничої діяльності, які дозволяють спрогнозувати наслідки реалізації цих пропозицій. Після визначення вхідних параметрів моделювання програмно реалізується сам процес оцінювання ефективності фінансового левериджу. З аналізу деталізованої структури можна встановити, що при оновленні параметрів виробничої діяльності фіксуються види продукції, на параметри виробництва яких впливає інноваційна пропозиція, параметри тенденцій за видами, а також параметри відхилень за видами продукції.

У блоці розрахунку прогнозних параметрів інноваційних пропозицій (технологій виробництва нової продукції) формується ряд вкладених циклів. Зокрема серед них варто відзначити цикл по можливих пропозиціях, цикл по точках періоду аналізу ефективності пропозицій, цикл по видах продукції, на параметри реалізації яких суттєво впливає певна інноваційна пропозиція, цикл по компонентах нечіткості, оскільки оцінки обсягів реалізації та затрат на їх здійснення приведені в нечіткій постановці.

На наступному етапі визначаються параметри достовірності побудованих прогнозів на основі імітаційного моделювання. Тому в програмному коді реалізоване фактичне дублювання попередньо перерахованих циклів, охоплених, крім того, циклом по сценаріях імітаційного процесу. Очевидно також, що згадані набори циклів суттєво відрізняються операторами наповнення.

Висновки і перспективи подальших досліджень

Проведено дослідження бізнес-моделі типового підприємства, а також вивчено систему його основних бізнес-процесів із застосуванням організаційних схем, що дало змогу виявити можливість побудови комп'ютеризованої системи для аналітичної підтримки оцінки інноваційних пропозицій для виробництва нової продукції за ефективністю фінансового левериджу. З метою оцінки ефекту фінансового левериджу за результатами реалізації нової продукції будуються оцінки надходжень та витрат, спричинених упровадженням нового виду продукції із запозиченнями на основі нечітких оцінок динаміки реалізації за марками продукції, а також оцінок обсягів впливу реалізованої пропозиції на ці обсяги.

Для реалізації аналітичної технології надалі необхідно детальніше проаналізувати бізнес-процеси, у яких вона буде задіяна, а також визначити її функції в цих процесах у межах діаграми ланцюгів процесів, яка пропонується в методології ARIS .

Список літератури

1. Ляшко, Д. Ю. Принципи вибору та визначення витрат інформаційних систем і технологій маркетингової діяльності підприємства [Електронний ресурс] / Д. Ю. Ляшко. – Режим доступу: http://www.nbuv.gov.ua/portal/Soc_Gum/Ever/2009_2/11.pdf.
2. Ляшенко, О. Нові інформаційно-аналітичні технології дослідження систем управління підприємствами [Текст] / О. Ляшенко, С. В. Бабій // Інноваційна економіка. – 2012. – № 3. – С. 20-25.
3. Митяй, О. В. Проектний аналіз [Текст] : навч. посіб. / О. В. Митяй. – К.: Знання, 2011. – 311 с.
4. Керимов, В. Э. Финансовый леверидж как эффективный инструмент управления финансовой деятельностью предприятия [Електронний ресурс] / В. Э. Керимов, В. М. Батурич. – Режим доступу: http://www.manager-erp.com/lib/news_detail.php?ID=87
5. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта [Текст] / Под ред. Д. А. Поспелова. – М.: Наука. Гл.ред. фит мат. лот., 1986.-312 с.
6. Ротштейн, А. П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткие множества, генетические алгоритмы, нейронные сети [Текст] / А. П. Ротштейн. — Винница: «УНШЕРСУМ-Вшниця», 1999.-300 с.
7. Gil-Aluja, J. Investment in uncertainty [Text] / J. Gil-Aluja. – Dordrecht : Kluwer Academic Publishers, 1999. – 479 p.
8. Методологические проблемы оценивания эффективности инвестиционных проектов [Текст] / Д. С. Львов, В. Г. Медницкий, В. В. Овсиенко, Ю. В. Овсиенко // Экономика и математические методы. – 1995.– № 2.
9. Недосекин, А. О. Применение теории нечетких множеств к задачам управления финансами [Текст] / А. О. Недосекин // Аудит и финансовый анализ. – 2000. – № 2. –С. 20-33.
10. Kaufmann, A. Introduction to fuzzy arithmetic [Text] / A. Kaufmann, M. M. Gupta. – New York: Reinhold, 1985. – 450 p.

References

1. Liashko, D. Yu. (2009). Pryntsypy vyboru ta vyznachennia vytrat informatsiinykh system i tekhnologii marketynhovoї diialnosti pidpriemstva. Retrieved from: http://www.nbu.gov.ua/portal/Soc_Gum/Ever/2009_2/11.pdf.
2. Liashenko, O. & Babii, S. V. (2012). Novi informatsiino-analitychni tekhnologii doslidzhennia system upravlinnia pidpriemstvamy. *Innovatsiina ekonomika*, 3, 20-25.
3. Mytai, O. V. (2011). *Proektnyi analiz*. Kyiv: Znannia.
4. Kerimov, V. Je. & Baturin, V. M. (n.d.). Finansovyj leveridzh kak jeffektivnyj instrument upravlenija finansovoj dejatel'nost'ju predpriyatija. Retrieved from: http://www.manager-erp.com/lib/news_detail.php?ID=87.
5. Pospelov, D. A. (1986). *Nechetkie mnozhestva v modeljah upravlenija i nsskustvennogo intellekta*. Moscow: Nauka.
6. Rotshtejn, A. P. (1999). *Intellektual'nye tehnologii identifikacii: nechetkie mnozhestva, geneticheskie algoritmy, nejronnye seti*. Vinnica: «UNShERSUM-Vshnicja».
7. Gil-Aluja, J. (1999). *Investment in uncertainty*. Dordrecht : Kluwer Academic Publishers.
8. L'vov, D. S., Mednickij, V. G., Ovsienko, V. V., Ovsienko, Ju. V. (1995). *Metodologicheskie problemy ocenivaniya jeffektivnosti investicionnyh proektov. Jekonomika i matematicheskie metody*, 2.
9. Nedosekin, A. O. (2000). *Primenenie teorii nechetkih mnozhestv k zadacham upravlenija finansami. Audit i finansovyj analiz*, 2, 20-33.
10. Kaufmann, A. & Gupta, M. M. (1985). *Introduction to fuzzy arithmetic*. New York: Reinhold.

Стаття надійшла до редакції 20.10.2015 р.