

5. ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ГАЛУЗІ

УДК 519.85

*Доц. Я.І. Виклюк¹, канд. фіз.-мат. наук –
НУ "Львівська політехніка"; здобувач Б.М. Гаць² –
Київський національний торговельно-економічний університет*

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ФІНАНСОВИХ ЗЛОВЖИВАНЬ У ТУРИСТИЧНІЙ ГАЛУЗІ

Розглянуто моделі корупції і ухилення від сплати податків, застосування їх у туристичній галузі для подальшої можливості імітаційного моделювання роботи туристичного комплексу і основних способів приховування коштів. Встановлено, що під час розгляду роботи типового туристичного комплексу потрібно проводити структурний аналіз однієї з підсистем корупційної схеми та простежити взаємозв'язки з іншими підсистемами. Це дасть змогу детально оцінити властивості системи, її особливості та поведінку в умовах реального часу, а також простежити основні етапи приховування коштів і їх вплив від корупційної діяльності на функціонування інших підсистем і туристичного комплексу загалом.

Ключові слова: математичні моделі, корупція, ухилення від сплати податків

*Assoc. prof. Ya.I. Vykylyuk – NU "L'vivs'ka Politekhnikha";
competitor B.M. Gats – National trade and economic university of Kyiv*

Using mathematical models for reflection of basic schemes of concealment money in socio-economic systems on example of tourist industry

The intellectual decision-support system in the sphere of management tourist activity are called to decide the tasks of analysis and development of the socio-economic system, design of possible variants of development on the basis of sufficient and exhaustive volume of information. As problems of the socio-economic systems are semistructured, and for their analysis quantitative and high-quality information is needed, then simulation models and decision-support system carry probabilistic character. Thus the level of vagueness can be limited by suppositions in the created models. A design of the socio-economic systems is a many-sided task and needs system approach [1].

Tourist industry can exemplify such kind of system. In connection with intensive development of tourism and costs, which are invested in it's development there are many black schemes the purpose of which is a receipt of additional profits. The use of such schemes making the process of investing in tourism opaque and often frightens off potential investors. Moreover there is less of deductions in a budget receiving.

For rational organization of money streams of tourist enterprise it is necessary to probe the streams of moving of money resources in different directions, including "outflow in shade", to conduct the structural analysis of tourist enterprise. Received results will allow to find out "loopholes" in the system of money streams and develop the mechanism of influence on shadow activity.

Simulation is used for the solving of wide circle of problems [2]. Among the last applications it is possible to select the simulation of control system by the probabilistic technological processes of production [3], finding of integral maximal stream in a transport

¹ Доцент Викалюк Ярослав Ігорович, канд. фіз.-мат. наук, докторант НУ "Львівська політехніка";

² Гаць Богдан Миколайович, здобувач кафедри економічної кібернетики та інформаційних систем Київського національного торговельно-економічного університету; E-mail: gatsb@yandex.ru

network of region [4]. The solving of tasks of construction of the complex systems is considered in works [5, 6].

Actuality of work is an analysis of methods of the using black schemes in tourist industry and their influence on functioning of the separately taken tourist enterprise.

The purpose of this work is an analysis of existent models of corruption and models of tax evasion, determination of their features and application, in the conditions of realization of tourist activity. The use of these models will enable more detail imitate work of tourist object, to show the possible ways of concealment of money and possible consequences from those illegal activity.

Keywords: mathematical models, corruption, tax evasion

Вступ. Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень у сфері управління туристичною діяльністю покликані вирішувати задачі аналізу і розвитку соціально-економічної системи, моделювання можливих варіантів розвитку на основі достатнього і вичерпного обсягу інформації. Оскільки проблеми соціально-економічних систем є слабоструктурованими, а для їх аналізу потрібна кількісна та якісна інформація, то імітаційні моделі і моделі прийняття рішень мають імовірнісний характер. При цьому рівень невизначеності може бути обмежений припущеннями у створюваних моделях. Моделювання соціально-економічних систем є багатогранною задачею і потребує системного підходу [1].

Прикладом такої системи може слугувати туристична галузь. У зв'язку з інтенсивним розвитком туризму і значними коштами, які вкладають в його розвиток, існує багато тіньових схем, метою яких є отримання додаткових прибутків. Використання таких схем робить процес інвестування в туризм непрозорим і часто відлякує потенційних інвесторів. Крім цього відбувається недоотримання відрахувань у бюджет. Для раціональної організації грошових потоків туристичного підприємства потрібно дослідити потоки переміщення грошових ресурсів у різних напрямках, зокрема й "відтік у тінь", здійснити структурний аналіз туристичного підприємства. Отримані результати дадуть змогу виявити "вузькі місця" у системі грошових потоків і розробити механізм впливу на тіньову діяльність.

Моделювання використовується для вирішення широкого кола проблем [2]. Серед останніх застосувань можна виділити моделювання систем управління ймовірнісними технологічними процесами виробництва [3], знаходження інтегрального максимального потоку в транспортній мережі регіону [4]. Розв'язання задач побудови складних систем розглянуто в роботах [5, 6]. Актуальність роботи потребує аналізу методів використання тіньових схем у туристичній галузі і їхнього впливу на функціонування окремо взятого туристичного підприємства.

Метою даної роботи є аналіз наявних моделей корупції та ухилення від сплати податків, визначення їх особливостей і застосування в умовах здійснення туристичної діяльності. Використання цих моделей дасть змогу детальніше зімітувати роботу туристичного об'єкта, показати можливі шляхи приховування коштів і можливі наслідки від незаконної діяльності такого роду.

Корупційні моделі і їх основні особливості. Корупцію будемо трактувати як використання державним чиновником своїх владних повноважень і довірених йому прав з метою особистої вигоди, суперечачи встановленим

правилам. Податкові ухилення визначатимемо як протиправні дії зі зменшення податкових зобов'язань, наслідками яких, у випадку їх виявлення, може бути відповідальність за порушення податкового законодавства.

Більшість корупційних моделей використовують структуру власник-виконавець (principal-agent framework). Так, у роботі [7] розглянуто державну організацію і ряд фірм, які намагаються отримати контракт або ренту. Такий контракт отримують за допомогою хабара, який конкуруючі між собою фірми дають державному чиновнику-бюрократу (виконавцю). У роботі досліджено умови, за яких буде укладено угоду. Тобто, контракт буде отриманий за хабар, визначається якою буде величина цього хабара за різних умов надання контрактів і різних умов поведінки учасників.

У цій моделі чиновник-бюрократ буде одержувати прибуток G :

$$G(X^i) = X^i - J(X^i) - R(X^i), \quad (1)$$

де: X^i – величина хабара, який платить фірма-продавець; $J(X^i)$ – середній штраф для бюрократа; $R(X^i)$ – моральні витрати для бюрократа під час отримання хабара, $R \geq 0$.

Прибуток π_i фірми-продавця i буде становити:

$$\pi_i(X^i) = P^i(X^i) - T^i(X^i) - D^i(X^i) - N^i(X^i), \quad (2)$$

де: P^i – ціна одиниці продукту фірми-продавця i ; T^i – загальні витрати на виробництво q одиниць для фірми-продавця i ; $D^i(X^i)$ – середній штраф для фірми-продавця i ; $N^i(X^i)$ – моральні витрати для фірми-продавця під час давання хабара X^i .

Для чиновника прийнятні всі хабарі, що задовольняють умову:

$$X \geq J(X) - R(X). \quad (3)$$

Для фірми-продавця прийнятні хабарі, які задовольняють співвідношення:

$$X^i \leq P^i q - T^i - D^i(X^i) - N^i(X^i), \quad (4)$$

де q – кількість продукту, який потрібно державі (ϵ заданим).

Таким чином, щоб хабар мав місце, потрібне виконання умови:

$$P^i q - T^i > 0. \quad (5)$$

Моделі ухилення від сплати податків. Ухилення від сплати податків широко вивчається в літературі. У роботах [8, 9] дається вичерпний огляд досліджень про ухилення від сплати податків. У роботі [8] автори стверджують, що рішення про декларування податків приймається в умовах невизначеності та припускають, що поведінка платника податків узгоджується з аксіомою Неймана-Моргерштерна про поведінку в умовах невизначеності. Автори максимізують очікувану користь типового платника податків, розглядаючи оптимальне податкове ухилення в умовах невизначеності та ризику.

У роботі [8] розглянуто модель, в якій платник податків робить вибір з двох можливих стратегій:

- платник податків може задекларувати свій дійсний дохід;
- він може задекларувати менше, ніж його дійсний дохід.

Якщо буде обрано другу стратегію, то вигода платника податків буде залежати від того, чи викриють його податківці. Якщо його не викриють, то ця стратегія буде кращою ніж перша. Тому вибір стратегій є складним для платника податків. У цій моделі платник податків буде максимізувати очікувану корисність:

$$E[U] = (1 - p)U(W - \theta X) + pU(W - \theta X - \pi(W - X)), \quad (6)$$

де: $E[U]$ – очікувана корисність; W – прибуток, що відомий платнику податків і невідомий податківцю; X – задекларований прибуток; θ – ставка податку на задекларований прибуток; p – ймовірність перевірки платника податків податковими органами; π – ставка штрафу, яка є вищою ніж θ ;

Отримані результати показують, що збільшення рівня штрафів приведе до збільшення частки дійсного прибутку, що декларується і збільшення ймовірності виявлення ухилень завжди приведе до збільшення задекларованого прибутку.

Щодо взаємозв'язку між корупцією і ухиленням від сплати податків, то у роботі [9] показано, що економіки з великим ступенем корупції потерпають від істотного ухилення від сплати податків. Якщо у емпіричній літературі так мало уваги приділено корупції та ухилянню від сплати податків, то у кількох теоретичних публікаціях показано, що корупція серед податківців збільшує ступінь податкового ухилення, оскільки ефективні штрафи зменшуються, забезпечуючи теоретично позитивні докази для визначеного взаємозв'язку між корупцією і ухиленням від сплати податків. У роботах [10, 11] показано, що податкові надходження можуть зменшуватись з величиною ставки податку на прибуток (income tax rate) у присутності корумпованих чиновників і досліджено вплив схем альтернативних винагород на поведінку корумпованих податкових чиновників і рівня корупції.

Так, у роботі [11] розглянуто N платників податків, кожен з яких отримує прибуток Y_i , але кожен декларує $Z_i \leq Y_i$. Аудитори викривають дійсні доходи. Ймовірність аудиту p визначає влада, а не самі аудитори. Аудит охоплює постійні кошти на перевірку c . Якщо платника податків перевіряють і виявляється, що він не вказав всіх доходів, то на нього накладається додатковий податок і їх величина штрафу $Y_i - Z_i$. Податкова ставка t і ставка штрафу f пропорційні, визначає уряд, вони загальновідомими і зберігаються незмінними протягом певного періоду. Частина аудиторів k є корумпованою, тоді як інша частина $1 - k$ не корумпована. У моделі бракує перевірки самих аудиторів. Корумпований аудитор може домовлятися зі спійманим нечесним платником податків, вимагаючи хабар b . Якщо вони досягають згоди, то аудитор отримує хабара $b(Y_i - Z_i)$. Можлива вигода платника податків є різницею між хабаром і податком за сумою штрафу, який може бути заплачений, в іншому випадку:

$$[Y_i - tZ_i - b(Y_i - Z_i)] - [Y_i - tZ_i - (t + f)(Y_i - Z_i)].$$

Ставка хабара, що максимізує доходи сторін від переговорів, становить:

$$\underset{b}{\text{Max}} V = [b][-b + (t + f)](Y_i - Z_i)^2 \Rightarrow b^* = \frac{t + f}{2}. \quad (7)$$

Платник податків буде приховувати доходи, якщо очікуваний прибуток від цього перевищуватиме віддачу від його законопослушності. Нульовий прибуток декларується, якщо:

$$(1 - p)(Y_i - tZ_i) + p(1 - k)[Y_i - tZ_i - (t + f)(Y_i - Z_i)] + pk[y_i - tZ_i - b^*(Y_i - Z_i)] > Y_i(1 - t). \quad (8)$$

Автор робить висновок, що у разі ухилення від сплати податків і змови між їхніми платниками і податківцями, можна зреагувати, підвищивши якість аудиторських перевірок. Але такі перевірки зі збільшенням ставки податку чи без нього призводять до зменшення податкових надходжень. Якщо ступінь корупції має тенденцію до стрімкого зростання, то перевірки з підвищенням податкової ставки і штрафів перестануть бути ефективними, навіть якщо докласти оптимальних аудиторських зусиль.

Про моделі взаємодії ухилення від сплати податків і корупції можна виділити роботи [12] і [13]. У роботі [14] автор стверджує, що фірми можуть ухилятися від сплати податку на прибуток і можуть уникати виконання законних обмежень на виробничу діяльність шляхом давання хабарів. На його переконання, існування податкових ухилень не впливає на корупційну діяльність на рівні фірм, тоді як наслідки для бюджету від цих ухилень полягають у зменшенні корупції. Автор довів, що зміна доходів або втрат від корупції має спонтанний вплив на поведінку податкового ухилення. У роботі [13] показано, що самозацікавлені платники податків можуть мати стимули ухилятися від сплати податків і уникати санкцій шляхом давання хабарів чиновникам, які відповідають за збирання податків. Окрім цього, збільшення штрафів за податкові ухилення збільшить податкову поступливість з двояким ефектом на корупцію, тоді як більші штрафи за корупцію знизять її ціною зменшення податкової поступливості.

Хабарництво і ухилення від сплати податків можуть існувати незалежно. Відсутність хабарництва не означає того, що не існує податкових ухилень. Але цікаво простежити за тим, як хабарництво впливає на податкові ухилення і як платники податків будуть схильними до давання хабарів задля максимізації очікуваного доходу. Саме таку мету ставить автор у роботі [14].

В роботі [14] розглянуто модель, в якій існують три різні групи людей: індивідуальні платники податків, податківці й інспектори. Податківці можуть також розглядатись як інспектори нижчого рівня, які мають змогу вивчати податкові декларації платників податків. Вони першими вступають у контакт з платниками податків. Інспектори можуть розглядатись як урядові чиновники високого рівня, вони перевіряють платників податків і інспектують податківців. Ця модель прийнятна для суспільства, яке очікує певного рівня корупції. Кожна група людей намагається максимізувати свій дохід: платники податків максимізують свій дохід після врахування хабарів і штрафів у випадку виявлення, податківці намагаються максимізувати хабарі, інспектори намагаються максимізувати державний дохід. Автор зосереджує увагу на взаєминах між податківцями і платниками податків.

Платники податків намагаються максимізувати очікуваний дохід, враховуючи, що податківці вимагатимуть хабарі відповідно до рівня податків платника. Тому хабар (B) є функцією податку (T) з доходу (Y) і ймовірності $p(n)$, з якою хабарництво або ухилення від сплати податків буде виявлено, $B = B(T, p(n))$. Хабар береться з податку і для платника податків – це частина суми. Ймовірність залежить від ресурсів, які виділяють на інспекцію, а саме, від чисельності висококласних інспекторів n . Функція штрафів є функцією хабара і коефіцієнта γ , з яким податковий дохід зменшується. Маємо $B = B(T, p(n))$, оскільки $T = \theta Y$, коли $B = B(\theta Y, p(n))$, де θ – пропорційний ставці оподаткування дохід і Y – екзогенний дохід.

P -функція штрафів і $P = P(B, \gamma)$. Тоді платники податків старатимуться отримати максимальний очікуваний дохід $E[I]$, враховуючи невизначеність і ризик. Маємо:

$$\text{Max } E[I] = p(n)[Y - T(Y) - B - \gamma P(B, \gamma)Y] + (1 - p(n))[Y - B - ((1 - \gamma))\theta Y] \quad (9)$$

за відношенням до γ . Припускаємо, що очікуваний максимізований дохід більший за $Y - T(Y)$, інакше платник податків не буде давати хабарів і не буде ухилятися від сплати податків.

Якщо максимізований очікуваний дохід $E[I]$ більший ніж $Y - T(Y)$, тоді платник буде давати хабарі і ухилятиметься від сплати податків. Якщо максимально очікуваний прибуток $E[I] < Y - T(Y)$, тоді платник податків відмовиться платити хабар і не буде ухилятися від сплати податків, знаючи, що якщо він ухилятиметься, то буде спійманий "розлюченим" податківцем.

Своєю чергою податківець намагається максимізувати свій хабар, враховуючи можливість бути спійманим і заплатити штраф. Тоді його очікуваний дохід, очікуваний хабар:

$$\text{Max } E[B] = B - p(n)P(B, \gamma). \quad (10)$$

Якщо хабарництво і ухилення від сплати податків відбуваються одночасно, то автор припускає, що функція штрафу для податківця і платника податків є однаковою.

Виходячи з отриманих результатів, інспектор намагатиметься примусити податківця не брати хабарі. Він має в розпорядженні два шляхи. Можна збільшити ймовірність викриття або збільшити штрафи (або зробити і те, і інше). У проблемі оптимізації доходу платник податків і податківець не можуть зупинитись на взаємовигідному хабарі, є комбінації податкового ухилення. У такій ситуації може виникнути конфлікт. Так податківець, максимізуючи хабар, не створює оптимальних умов для платника податків. Вони будуть шукати оптимальну ставку хабара і рівень ухилення. Платник податків і податківець можуть змовитись і діяти спільно проти інспектора, вирішуючи проблему хабарництва і податкового ухилення одночасно.

B і γ будуть залежати від ймовірності викриття, яка залежить від багатьох чинників. Автор припускає, що у даному випадку залежить від числа інспекторів. Змова між платником податків і податківцем можлива, оскільки податківець може брати невеликі хабарі малого бізнесу і податковий інспек-

тор може зменшувати ймовірність викриття, утримуючи число виявлень порушень досить низьким.

Моделі обмеження корупції. Розглянувши основні підходи до моделювання корупції і ухилення від сплати податків, перейдемо до моделей обмеження корупції. У роботі [15] на основі математичних моделей корумпованих ієрархій вивчені різноманітні стратегії обмеження корупції, які відрізняються між собою спрямованістю антикорупційних заходів проти вищих, середніх і нижчих шарів владних структур. Розглянуто різні типи владних структур: централізовані (влада вищих інстанцій істотно перевищує владні повноваження інших чиновників) і децентралізовані (перепад владних повноважень неістотний, влада чиновників середньої ланки відповідає владі вищих чиновників). Наводиться модель розподілу влади у корумпованій ієрархії на основі загальної моделі "влада – суспільство". Автори стверджують, що причини існування корупції численні і різноманітні, як і способи її зменшення – покращення економічної політики держави, вдосконалення законодавства.

За допомогою обчислювальних експериментів виділено оптимальні стратегії обмеження корупції для різних за ступенем централізації ієрархій і для різних видів корупції. Як наслідок отримано висновок, що основні зусилля щодо подолання корупції мають бути спрямовані на чиновників нижчих рівнів.

Висновки. Моделювання корупції є складним процесом, оскільки корупція – незаконна діяльність. Тому у багатьох випадках немає жодної статистичної інформації про масштаби корупції, правила і механізми її дії. Розглянуті вище моделі описують сутність корупції за допомогою математичного апарату. У цих моделях розглянуто випадки зовнішньої корупції і корумпованої організації зсередини, окреслено проблему власник-виконавець (principal-agent problem). Крім цього, в моделях ухилення від сплати податків розглянуто можливі варіанти і умови приховування платником податків своїх доходів, розглянуто можливі шляхи поведінки податкових інспекторів і їх взаємодія з платниками податків. Автори аналізують причини виникнення корупції, наводять можливі шляхи її обмеження. У наведених моделях використовують методи класичної математики, які не дають змоги врахувати поведінку величин у реальному часі, простежити залежність зміни окремих параметрів на поведінку інших. Тому доцільно використовувати засоби імітаційного моделювання для аналізу корупційної діяльності у сфері туризму. Таку імітаційну модель можна використати як для одного випробування, так і для заданої їх множини.

На сучасному етапі розвитку туристичної індустрії описані вище махінації та корупційні схеми можуть здійснюватись у процесі функціонування туристичного підприємства:

- на етапі здійснення виробничого процесу (надання туристичних послуг) може здійснюватися приховування виручки від реалізації. Як наслідок, зменшується база для оподаткування і відбувається недоотримання до бюджетів різних рівнів;
- підприємство може вести подвійну бухгалтерію, виплачуючи персоналу зарплату у конвертах, яка входить у собівартість. Це теж призведе до бюджетних недоотримань.

Під час розгляду роботи типового туристичного комплексу, на наш погляд, потрібно здійснювати структурний аналіз, виділивши однією з підсистем корупційні схеми, простежити взаємозв'язки з іншими підсистемами. Це дасть змогу детально оцінити властивості системи, її особливості і поведінку в умовах реального часу. Крім цього, дасть змогу простежити основні етапи приховування коштів і вплив від корупційної діяльності на функціонування інших підсистем і туристичного комплексу загалом. Для проведення експерименту доцільно використовувати імітаційне моделювання, засоби нечіткої логіки (Fuzzy Logic).

Література

1. **Безруков М.В.** О моделировании слабоструктурированных проблем в сфере малого бизнеса / М.В. Безруков, Н.В. Брюханова // Штучний інтелект. – 2007. – № 4. – С. 504-512.
2. **Бенькович Е.С.** Практическое моделирование динамических систем / Е.С. Бенькович, Ю.Б. Колесов, Ю.Б. Сениченков. – СПб. : Изд-во "БХВ-Петербург", 2002. – 464 с.
3. **Смородин В.С.** Имитационное моделирование систем управления вероятностными технологическими процессами производства // Реєстрація, зберігання і обробки даних. – 2008. – Т. 10, № 2. – С. 53-68.
4. **Максимей И.В.** Использование имитационного моделирования для нахождения интегрального максимального потока в транспортной сети региона / И.В. Максимей, Е.И. Сукач, П.В. Гируп // Реєстрація, зберігання і обробки даних. – 2008. – Т. 10, № 1. – С. 49-58.
5. **Новаторський М.А.** Мережі для моделювання складних систем // Радіоелектроніка. Інформатика. Управління. – 2006. – № 2. – С. 60-66.
6. **Гольшев Л.К.** К постановке общей задачи создания системы стратегического управления динамическим объектом высокой сложности // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2006. – № 1. – С. 41-55.
7. **Rose-Ackerman S.** The Economics of Corruption // Journal of Public Economics, 1975. – № 4. – P. 187-203.
8. **Allingham M.G., Sandmo A.** Income tax evasion: A theoretical analysis // Journal of public economics, 1972. – № 1. – P. 323-338.
9. **Tanzi V., Davoodi H.R.** Corruption, growth and public finances // International Monetary Fund Working Paper, 2000.
10. **Bowles R.** Tax policy, tax evasion and corruption in economies in transition // Feige E.L., Ott K. (Eds) Underground Economies in Transition: Unrecorded Activity, Tax Evasion, Corruption and Organized Crime – Ashgate, 1999. – P. 67-86.
11. **Sanyal A.** Corruption, Tax Evasion and the Laffer Curve // Public Choice, 2000. – Volume 105. – № 1-2. – P. 61-78.
12. **Goerke L.** Bureaucratic Corruption and Profit Tax Evasion // Economics of Governance, 2006. – № 2. – P. 177-196.
13. **Acconcia A., D'Amato D., Martina R.** Corruption and tax evasion with competitive bribes // Centre for Studies in Economics and Finance, 2003 – Working Paper no. 112.
14. **Akdede S.H.** Corruption and tax evasion // Dogus University Journal, 2006. – Vol. 7, № 2. – P. 141-149.
15. **Михайлов А.П., Ланкин Д.Ф.** Моделирование оптимальных стратегий ограничения коррупции // Математическое моделирование, 2006. – Т. 18, № 12.

УДК 338.51:005.57

Доц. С.В. Кавун, канд. техн. наук;

доц. О.Г. Зима, канд. екон. наук – Харківський національний економічний університет; доц. І.О. Ревак, канд. екон. наук – Львівський державний

університет внутрішніх справ

МОДЕЛІ ОЦІНЮВАННЯ ВАРТОСТІ ІНФОРМАЦІЇ З ОБМЕЖЕНИМ ДОСТУПОМ

Розроблено моделі оцінювання вартості інформації з обмеженим доступом (ІОД), які можуть бути реалізовані у межах концепції економічної безпеки під-