

Міністерство освіти і науки України
Черкаський національний університет
імені Богдана Хмельницького (Україна)
ДВНЗ «Київський національний економічний університет
імені Вадима Гетьмана» (Україна)
ДВНЗ «Одеський національний економічний університет» (Україна)
Південноукраїнський національний педагогічний університет імені
К.Д.Ушинського (Україна)
Університет Бен-Гуріон (Ізраїль)
Університет Марії Кюрі-Склодовської (Польща)
Інститут Менеджменту Інформаційних Систем
(Латвія)
Білоруський державний університет (Білорусь)

МОДЕЛЮВАННЯ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ

МОНОГРАФІЯ

ЧЕРКАСИ – 2014

УДК 330.368(477)
ББК 65.9(4УКР)я431
1 74

Рекомендовано Вченою радою ННІ економіки і права Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького (протокол № 5 від 31.03.2014)

Рецензенти: *Клебанова Т.С.*, доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри економічної кібернетики Харківського національного економічного університету (м. Харків)

Матвійчук А.В., доктор економічних наук, професор кафедри економіко-математичного моделювання ДВНЗ «Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана» (м. Київ)

Черняк О.І., доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри економічної кібернетики Київського національного університету імені Тараса Шевченка (м. Київ)

Моделювання та інформаційні технології в економіці : Монографія / За заг.ред. Соловйова В.М. - Черкаси: Брама-Україна 2014. - 458 с. : Англ. мова, рос. мова, укр.. мова : іл.

В монографії розглянуто сучасні підходи до моделювання та управління складними системами з емерджентними властивостями. Показано, що теорія складності може слугувати природною парадигмою створення надійних методів і продуктивних моделей.

УДК 330.368(477)
ББК 65.9(4УКР)я431

© В.М. Соловйов, 2014 р.
© Автори статей, 2014 р.

НАУКОВИЙ АВТОРСЬКИЙ КОЛЕКТИВ:

Вітлінський В.В., д.е.н., професор (розділ 2.10),
Захарченко П.В., д.е.н., професор (розділ 1.7),
Іванов М.М., д.е.н., професор (розділ 3.5),
Ковальчук К.Ф., д.е.н., професор (розділ 1.1),
Пасічник І.Д., д.псих.н., професор (розділ 2.10),
Самодрин А.П., д.пед.н., професор (розділ 3.3),
Сергеева Л.Н., д.е.н., професор (розділ 2.5),
Сімченко Н.О., д.е.н., професор (розділ 2.4),
Соловійов В. М., д.ф.-м.н., професор (розділ 1.4, 1.5, 1.9).

Анкудович Т.Є., к.ф.-м.н., доцент (розділ 2.4),
Бакова І.В., к.е.н., доцент (розділ 3.2),
Гальчинський Л.Ю., к.е.н., доцент (розділ 2.9),
Гриценко К.Г., к.т.н., доцент (розділ 3.7),
Гужва В.М., к.е.н., доцент (розділ 2.2),
Денисова О.О., к.е.н., доцент (розділ 3.6),
Кобець В.М., к.е.н., доцент (розділ 2.7),
Ковтун О.А., к.н. з держ. управл., доцент (розділ 2.5),
Кондур О.С., к.ф.-м.н., доцент (розділ 2.1),
Котляров І.Д., к.е.н., доцент (розділ 3.9),
Кучерова Г.Ю., к.е.н., доцент (розділ 2.6),
Новоселецький О.М., к.е.н., доцент (розділ 2.10),
Саенсус М.А., к.е.н., доцент (розділ 3.4),
Сапцін В.М., к.ф.-м.н., доцент (розділ 1.4, 1.5, 1.6),
Скіцько В.І., к.е.н. (розділ 4.2),
Соколик М.П., к.е.н., с.н.с. (розділ 2.3),
Соколовський Д.Б., к.е.н., с.н.с. (розділ 3.8),
Сокуренко П.І., к.е.н., доцент (розділ 3.3),
Соловійова В.В., к.е.н., доцент (розділ 1.5),
Станкевич І.В., к.е.н., доцент (розділ 3.2)
Чайковська М.П., к.е.н., доцент (розділ 1.3, 3.1),
Цюпа О.П., к.е.н. (розділ 2.1).

Азеев А.С. (розділ 3.1),
Данильчук Г.Б. (розділ 1.8),
Кардаш О.Л. (розділ 2.8),
Лук'янчук О.С. (розділ 1.9),
Никитенко О.К. (розділ 1.1),
Свиденко А.В. (розділ 2.9),
Сердюк О.А. (розділ 1.8),
Тулякова А. Ш (розділ 1.3),
Чабаненко Д.М. (розділ 1.2, 1.4),
Широносова І.В. (розділ 2.2),
Шокотько Л.М. (розділ 1.6).

ПЕРЕДМОВА

Поточна логіка розвитку суспільних наук свідчить про становлення економіки, яка, долаючи переважно споживчу визначеність, формує свої пріоритети за межами матеріального раціоналізму, одновекторного детермінізму. Паростки такого формату економіки добре відомі. Це – зростання самодостатності людини, принципово нові параметри свободи вибору, перетворення знань та інформації в основну форму багатства й визначальний продукуючий ресурс, зростання значущості людського та соціального капіталу, утвердження пріоритетності постматеріальних потреб людини, домінантності її творчої праці тощо. Ми ведемо мову про прогресуючу дематеріалізацію економічного простору, врешті-решт – про формування нового типу економічної реальності, тобто її визначення як соціоцентричної економіки, в якій людина відтворює себе не лише в ролі суб'єкта виробництва товарів, а й як суб'єкта й об'єкта економічного процесу в їх органічному поєднанні.

Нова парадигма економічного розвитку пов'язується зі становленням саме такої економіки, яка розміщується «по той бік власне матеріального виробництва» (К.Маркс). Акцентуючи на цьому увагу, ми свідомі того, що прогресуюча дематеріалізація економіки, її вступ у новий період системних перетворень – це не механічне заперечення, а логічне продовження економіки матеріального виробництва, конструктивний формат її інноваційного розвитку. Постматеріальна реальність – це не «зовнішня» щодо канонічної економіки реальність. Системна визначеність економічного простору, що формується, характеризується зростанням відкритості, багаторівневою цілеспрямованістю, синергетичністю й комунікативністю. У цьому просторі розміщується і сфера матеріального виробництва, енергетичні цінності якого не девальвуються, вони лише вмонтовуються у якісно нову систему економічних орієнтацій – розширене відтворення креативного потенціалу людини, багатства її особистості.

У цьому ж контексті ми розглядаємо й формування онлайн-мережної Інтернет-економіки, економіки знаків –

«кібернетичної економіки з електронною нервовою системою» (М.Кастельс). Американський учений Е.Девіс називає утвердження економіки кіберпростору, в якому циркулюють лише символи і знаки, початком «другого світу», що має «змінити наш матеріальний світ». Нині мережні економічні структури оцінюються як найперспективніша форма відтворювального процесу. Формуючи віртуальний економічний простір, вони реалізуються як кластери економічних відносин, пріоритетним началом яких є розширене самовідтворення інформації та знань, безпосереднім носієм котрих є людина. У цьому сенсі мережна економіка органічно вписується в концепцію інформаційно-комунікативної економіки знань, утвердження якої оцінюється наукою як революційні зміни в системі економічних відносин. В економічній літературі дедалі більшого поширення набуває точка зору, згідно з якою розвиток мережної економіки оцінюється як заперечення ринку, як початок міжринкової економіки (transmarket economy). Така позиція потребує принципових уточнень. Не варто забувати, що саме ринок є в економіці мережним осередком розуму, живим організмом, який вирізняється високою адаптивністю, спроможністю не лише накопичувати інформацію, а й адекватно реагувати на її флуктуації, самовдосконалюватися.

Коли йдеться про відчутне послаблення в сучасних умовах когнітивно-регуляторної функції ринку, його інформаційного потенціалу, то у цьому випадку потрібно враховувати не девальвацію ринку, а процеси іншого порядку: під впливом економічних перетворень, ринок роздвоюється. На рівні традиційної економіки матеріального виробництва зберігають чинність механізми конкурентного ринку. Натомість трансакції нової соціоекономіки – інформаційної економіки знань, що формується, дедалі більше засвідчують свою функціональну неадекватність конкуренції. Як зазначає американський вчений Т.Фрідман, «компанії, що входять у мережну систему, ніколи не розпочнуть війну одна з одною доти, доки вони залишаються членами цієї системи». На це не слід заплющувати очі, з цим не можна не рахуватися. Альтернатива цьому – нова (паралельна) функціональна модель ринкових відносин – мережний комунікативно-конвергентний ринок.

З кінця 1990 років для вивчення складних систем розвивається новий ефективний інструмент дослідження - теорія складних мереж. Вузли в таких мережах представляють собою елементи цих складних систем, а зв'язки між вузлами – взаємодії між елементами. Такі мережі утворюють своєрідний каркас відповідних складних систем, а дослідження властивостей цих мереж дає змістовну інформацію про властивості складних систем в цілому, що дозволяє подолати деякі недоліки, властиві редукціонізму.

Деякі дослідники, порівнюють важливість теорії складних мереж і технологічних можливостей, які відкриваються у рамках цієї теорії для науково-технічного прогресу в XXI столітті, з квантовою механікою в минулому столітті. Саме квантова механіка стала головною науковою основою технологічних досягнень в XX столітті: атомна енергетика, транзистори, стільникові телефони, і т.д. Нині теорія складних мереж продовжує розвиватися як новий розділ статистичної фізики і вже зараз без цієї теорії неможливий ефективний пошук лікарських препаратів, вивчення функцій мозку, дослідження з безпеки складних соціально-економічних та технічних об'єктів. Очікується, що найближчим часом буде подолано розрив між виявленими універсальними емпіричними закономірностями в мережних структурах реальних об'єктів і розумінням самої природи складних систем, здатністю прогнозувати їх поведінку. У такому випадку в науці з'явиться принципово новий інструмент дослідження складних систем, а значить і принципово нова наукова парадигма.

Потрібно також з достатньою увагою поставитися до принципів застережень щодо загальної кризи суспільних наук. Про це йдеться вже багато часу – починаючи із 70-х років минулого століття. Особливої гостроти набула ця проблема в наші дні, коли, як зазначає відомий французький учений Едгар Морен, водночас із кризою науки увійшла в стадію кризи і сама реальність. Нині «криза основ наукового знання поєднується з кризою основ знання філософського, причому перша і друга зливаються в онтологічну кризу реальності. Із прискоренням трансформаційних процесів світ інтенсивно змінюється, а наука, будучи консервативною за своєю суттю, не встигає за цими змінами. Зрештою формується

«фундаментальна невизначеність» (Е. Морен). «Рух плюс невизначеність – саме такими параметрами характеризується новітня сучасність».

Дана монографія є колективною науковою працею українських та зарубіжних авторів у царині означених проблем.

Перший розділ присвячений розробці інструментарію дослідження складних систем, зокрема, у рамках мережної парадигми. В другому розділі містяться роботи з актуальних питань моделювання економіки в умовах «фундаментальної невизначеності». Розділ 3 містить питання розробки та впровадження сучасних інформаційних систем і технологій.

Від імені авторів висловлюю щирю вдячність рецензентам докторам економічних наук, професорам Клебановій Т.С., Матвійчуку А.В. та Черняку О.І., чий критичні зауваження покращили як структуру, так і зміст монографії.

Редактор,
завідувач кафедри економічної кібернетики
Черкаського національного університету
імені Богдана Хмельницького
д.ф.-м.н., професор В.М.Соловійов

Черкаси, травень 2014 р.

РОЗДІЛ 1

МОДЕЛЮВАННЯ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ

1.1. КРИТИЧНИЙ АНАЛІЗ ТЕОРІЙ ДИНАМІКИ РИНКІВ

Інвестиційна діяльність суб'єктів господарювання передбачає використання методів прогнозування розвитку фінансових часових рядів. Відповідно, передбачення показників фінансових ринків лежить в основі діяльності всіх учасників біржових і позабіржових систем торгівлі активами.

Однією з важливих проблем сучасної економічної науки є пошук адекватних методів, що дозволяють моделювати поведінку фінансових ринків. Цьому питанню присвячені роботи багатьох економістів, зокрема, проблему розподілу доходів та теорію динаміки ринків розглядали такі вчені: Т. Вебе [1], А. Коулз [2], Б. Кузнецов [3], П. Кутнер [4], Б. Мандельброт [5], Е. Петерс [6, 7], Ю. Фама [8] та ін.

Натомість, одним з головних дискусійних питань щодо моделювання фінансових часових рядів є питання можливості прогнозування фінансових ринків взагалі. Слід проаналізувати підходи до вирішення цього питання.

Існує декілька різних теорій, що розглядають як поведінку фінансових ринків в цілому, так і можливість їх прогнозування. В основу кожної такої теорії покладено відповідну гіпотезу, тобто наукове припущення, що пояснює властивості та поведінку ринків у визначених умовах.

За теорією випадкових блукань [4, 8], значима інформація, що впливає на рівні цін активів, поділяється на передбачувану і несподівану. Передбачувана інформація є вже закладеною в ринкові ціни, а несподівана інформація в ціні ще не представлена. Однією з властивостей несподіваної інформації є її випадковий характер. У цьому зв'язку й зміна ціни є випадковою. Ідея того, що ціни можна змодельовати за допомогою ймовірностей, розкрита в роботах французького брокера Ж. Рен'є [9] (1863) та математика Л. Башел'є [10] (1900). Довгий час у цьому напрямку досліджень було затишшя, доки в 1933 р. А. Коулз [2] не зробив висновок, що фондові ринки неможливо спрогнозувати. В 1953 р. вийшла робота

британських статистиків М. Кендалла й О. Хілла [11], в якій вони аналізували фінансові часові ряди та схилилися до їх випадкового блукання, а у 1965 р. Ю. Фама сформував гіпотезу ефективного ринку [8], яка використовувала в якості моделі поведінки ринку випадкові блукання. Відповідно до гіпотези, вся значима інформація (політична, економічна тощо) негайно і в повній мірі діє на ринок і відображається на вартості активів. Тобто, в ціні вже врахована вся наявна інформація і робити прогнози немає сенсу [8]. Гіпотеза щодо існування абсолютно ефективних ринків дуже приваблива з теоретичної точки зору, але далеко не завжди – при застосуванні на практиці, адже мільйони людей у всьому світі тільки й зайняті тим, що намагаються «переграти» ринок – купити дешевше, а продати дорожче. Так, примиренню теорії з практикою сприяє виділення трьох ступенів ефективності ринку [7, с. 35]: слабка ефективність – вартість ринкового активу повністю відображає минулу інформацію, що стосується даного активу; середня (напівсильна) ефективність – вартість ринкового активу повністю відображає не тільки минулу, але і поточну інформацію; сильна ефективність – вартість ринкового активу повністю відображає минулу, поточну, а також внутрішню (інсайдерську інформацію). Наприклад, на Нью-Йоркській фондовій біржі ціни реагують на оголошення публічної інформації протягом декількох секунд. Цьому відповідає середній ступень ефективності. Проте, деякі дослідники не стверджують однозначно, що біржа – це непрогнозоване випадкове блукання. Вони визнають, це не зовсім так – ринок не повністю ефективний і досконалий хоча б тому, що на ньому є люди, а людям властиві помилки (наприклад, невірна реакція на значиму інформацію). Так, С. Александер з Массачусетського технологічного інституту, розглядаючи спекулятивний ринок, підводить підсумки в роботі [12]: «Проблема вирішена. Висновки статистиків, що досліджували випадкове блукання ринку, повністю узгоджуються з ідеєю не випадкового руху цін». Після цього він підкреслює, що спрямований рух (тренд) на ринку існує, вказуючи на те, що розпочавшись, рух має тенденцію продовжуватися.

Одним з основних положень гіпотези ефективного ринку є негайне розкриття значимої інформації. Так, на багатьох ринках

оперативне інформування не підтримується, більшою мірою це стосується позабіржових систем. Таким чином, можна сказати, що гіпотеза ефективного ринку не зовсім відповідає дійсності. Для досягнення більшої ефективності ринку необхідні наступні складові: єдині умови роботи на ринку; єдина, прийнята повсюди система аналізу цін на ринку; дії трейдерів повинні бути схожими на дії роботів (без емоцій, без помилок при прийнятті інвестиційного рішення); доходи і збитки всіх інвесторів будуть абсолютно однаковими.

На наш погляд, усі наведені недоліки щодо практичного застосування гіпотези ефективного ринку ставлять під сумнів доцільність її використання, у т. ч. різні умови доступу до фундаментальної інформації. Тут можна виділити такі аспекти: лише на організованих торгових майданчиках є системи, що безперервно постачають інформацією трейдерів. До того ж, на деяких ринках така інформативність не є достатньо оперативною, щоб урахувати фундаментальну інформацію протягом декількох секунд після настання події. Ще одним дуже сильним обмеженням є неповна раціональність трейдерів. Людина не є повністю раціональною, а також їй властиві помилки. Саме тому її присутність на ринку не може забезпечити ефективність. До того ж, проведені статистиками експерименти [7] вказують на те, що розподіл прибутків від діяльності на ринках не має форму нормального розподілу ймовірностей, проте спостерігаються товсті хвости та високий пік (лептоексцесний розподіл).

Таким чином, наприкінці ХХ ст. виникла необхідність розробки нової теорії, яка б більш адекватно описувала поведінку фінансових ринків. У 1991 р. Т. Вебе була розроблена нелінійна статистична модель поведінки ринку, відома як гіпотеза когерентного ринку [1], яка припускає, що в різні проміжки часу ринок може бути більш або менш прогнозованим. Як зазначає Е. Петерс [7, с. 217], основною передумовою появи гіпотези когерентного ринку є те, що імовірнісний розподіл змін цін на ринку базується на двох факторах: фундаментальні (політичні, економічні) умови (h); настрої інвесторів на ринку (групова свідомість) (k). Так, функція щільності ймовірностей може бути записана наступним чином:

$$f(q) = c^{-1} \cdot Q(q) \cdot \exp\left(2 \cdot \int_{-1/2}^q \left(\frac{K(y)}{Q(y)}\right) dy\right), \quad (1)$$

де $f(q)$ – щільність ймовірностей річної прибутковості q ;

$$c^{-1} = \int_{-1/2}^{1/2} Q^{-1}(q) \cdot \exp\left(2 \cdot \int_{-1/2}^q \left(\frac{K(y)}{Q(y)}\right) dy\right) dq;$$

$K(q) = sh(k \cdot q + h) - 2 \cdot q \cdot ch(k \cdot q + h)$ – коефіцієнт дрейфу;

$Q(q) = \frac{1}{n}(ch(k \cdot q + h) - 2 \cdot q \cdot sh(k \cdot q + h))$ – коефіцієнт дифузії;

n – кількість ступенів свободи (когерентна поведінка можлива, якщо у ринку є велика кількість ступенів свободи, тобто факторів «параметру порядку»).

Оскільки комбінації факторів k і h мінливі, то змінюється і стан ринку. Так, ринок може перебувати у таких основних фазах [1]:

1. Ефективні ринки, випадкові блукання – інвестори діють незалежно один від одного, а інформація швидко відображається в ринкових цінах.

2. Перехідні стани ринку – зміни в груповій свідомості можуть бути причиною дії значимої інформації на тривалих проміжках часу. При невеликому збільшенні рівня групової свідомості (настроїв) функція щільності розподілу стає більш широкою та плоскою, тому що стандартне відхилення збільшується.

3. Хаотичні ринки – якщо групова свідомість перевищує критичний рівень, а фундаментальні фактори нейтральні або незначні, то модель демонструє бімодальний розподіл ймовірностей.

4. Когерентні ринки (ведмежі та бичі) – характеризуються низьким ступенем ризику для гри за трендом, завдяки сильним фундаментальним факторам у комбінації з сильними настроями інвесторів.

Основна ідея вищенаведеної градації лежить у розпізнаванні фази ринку та здійсненні торгових операцій тільки тоді, якщо ринок має когерентну поведінку, і уникання торгових операцій, якщо ринок веде себе хаотичним чином або випадково блукає.

Основним, на наш погляд, недоліком гіпотези когерентного

ринку також, як і гіпотези ефективного ринку, є складність розробки та практичного застосування методів для розв'язання проблем прогнозування фінансових часових рядів. Існують праці, що мають на меті розробити нові, чи покращити вже існуючі методи розпізнавання фази ринку, але всі вони не мають достатнього емпіричного підтвердження, тобто на даний момент не існує методу надійного розпізнавання фази ринку відповідно до цієї гіпотези.

Як наголошує Е. Петерс в роботі [6], попри всі недоліки, гіпотеза когерентною ринку стала корисною основою для появи нового напрямку дослідження – гіпотези фрактального ринку. Вона розглядає ринки як частково детерміновані динамічні системи. Це дозволяє застосувати методи теорії детермінованого хаосу для розв'язання окремих задач, зокрема, для прогнозування динаміки таких ринків. Даний напрямок пов'язано з використанням нелінійних моделей для формального опису ринку [6, 7].

Першою спробою застосування теорії хаосу до опису фінансових ринків стала робота (1991 р.) Е. Петерса «Chaos and Order in the Capital Markets» («Хаос та порядок на ринках капіталу») [7]. В ній наголошується, що поведінка фінансових ринків є детермінованою і підлягає поясненню. В основі теорії лежить твердження, що історія зміни цін характеризується численними нелінійними залежностями, тобто всі попередні значення ціни активу впливають на його поточне і майбутні значення. Це є ключовою відмінністю гіпотези від випадкових блукань [7]. Система з нерегулярною динамікою експоненційно швидко розводить спочатку близькі шляхи розвитку ринку, тому стає неможливим прогнозувати фінансові ринки на довгострокову перспективу. Поясненням цьому є похибка при встановленні початкових умов. Таким чином, поведінка ринку виключає можливість прогнозування на довгостроковий період [6]. Отже, за гіпотезою фрактального ринку виконуються наступні умови [6, с. 57-58]:

1. Ринок є стабільним, якщо він охоплює велику кількість інвестиційних горизонтів. Цей аспект гарантує, що ринок є достатньо ліквідним для трейдерів.

2. Інформаційна сукупність здебільше пов'язана з настроями ринку та технічними факторами на короткострокові

періоди, ніж на довгострокові. Із збільшенням інвестиційних горизонтів довгострокова фундаментальна інформація стає більш ваговою.

3. Якщо відбувається подія, що ставить під сумнів дійсність фундаментальної інформації, то інвестори в цінні папери на довгострокові періоди виходять з ринку або починають здійснювати операції з купівлі-продажу на ринку, використовуючи короткострокову інформаційну сукупність. Ринок стає нестабільним у випадку звуження загального інвестиційного горизонту до одного рівня: немає довгострокових інвесторів, щоб стабілізувати ринок, забезпечуючи ліквідність інвесторам на короткострокові періоди.

4. Ціни відображають об'єднання короткострокової технічної та довгострокової фундаментальної торгівлі.

5. Якщо цінні папери ніяк не пов'язані з економічним циклом, то не буде ніякої довгострокової тенденції. Будуть домінувати торгівля цінними паперами, ліквідність та короткострокова інформація.

Існує багато методик [13-16], що дають можливість провести фрактальний аналіз фінансового часового ряду для подальшого прогнозування руху ринку. Одним з таких методів є R/S-аналіз, вперше запропонований англійським дослідником Х. Херстом [13] для аналізу приливів води в річці Ніл, а пізніше використаний Б. Мандельбротом [5] для обчислення показника Херста H та перевірки часового ряду на персистентність. Інтерпретація показника Херста [6, 7, 14]:

1. При $H < 0.5$, ряд є антиперсистентним, тобто тренд змінюється швидше, ніж при випадковому блуканні.

2. При $H = 0.5$, ринок слідує випадковому блуканню, таким чином, використання будь-яких торгових стратегій не може бути ефективним і приносити стабільний прибуток.

3. Якщо показник Херста $H > 0.5$, то на ринку присутня довгострокова пам'ять і часовий ряд є персистентним, що означає присутність на ринку тренду – він скоріше продовжиться, ніж ринок змінить свою траєкторію.

Таким чином, при $0.5 < H < 1$ стан ринку дає можливість використання торгових стратегій та технічних засобів, заснованих на грі за трендом. Методи фрактального аналізу,

що існують дійсно можливо використовувати для оцінки характеристики наявності тренду у фінансовому часовому ряді, а отже і існує теоретична можливість використання засобів технічного аналізу, заснованих на грі за трендом. Незважаючи на великий вибір методів технічного аналізу фінансових ринків, немає жодного, який би забезпечив на 100% вірний результат. Але одним з найбільш перспективних напрямків є використання теорії хвиль Елліотта [17], яка вважається дуже гнучким і потужним інструментом у руках трейдера. Аналіз хвиль Елліотта – один з найскладніших для формального опису методів аналізу ринків. Основним принципом «Хвильової теорії» є циклічний рух ринку за виявленими хвильовими моделями. З появою методів інтелектуального аналізу даних, з початку 90-х років все частіше дослідники займаються питанням використання нейронних мереж та нечіткої логіки в економіці, зокрема, для проведення технічного аналізу фінансових ринків [18-21]. Слід зазначити, що використання хвильових моделей Елліотта та систем, заснованих на нейро-нечіткому підході до виявлення закономірностей руху ринку є однією з реалізацій стратегій гри за трендом. Проте, у такого підходу є й недоліки, що пов'язані з практичним використанням. Наприклад, для застосування даних методів необхідно правильно обрати часовий проміжок фінансового ряду, прогнозування значень якого мається на меті. На даний час існує достатньо велика кількість розробок, які використовують як індикатори, що діють на підставі застосування теорії хаосу та фрактального аналізу фінансового часового ряду, вбудовані у електронні торгові системи. Також, одним з базових аспектів застосування теорії хаосу до моделювання фінансових часових рядів є нарощування невизначеності з плином часу, а отже й ефективність її застосування тільки на короткострокові періоди. Таким чином, на наш погляд, гіпотеза фрактального ринку має більше підстав на її використання у сучасній ринковій економіці з великою долею невизначеності при прийнятті фінансових рішень, ніж гіпотеза ефективного ринку, що за емпіричними даними статистиків не відповідає дійсності, та гіпотеза когерентного ринку, що має проблеми

при практичному застосуванні у розрахунку параметрів (фундаментальні умови, настрої інвесторів).

Проте, у 2002 р. російським вченим Б. Кузнецовим була запропонована гіпотеза синергетичного ринку [3], як конструктивна взаємодія між різними моделями ринків. Фінансовий ринок є синергетичною системою з деяким характерним станом. Під впливом зовнішніх та внутрішніх факторів система відхиляється від цього стану. Перехід від одного до іншого стану системи відбувається за певними закономірностями. Такі закономірності, що знайдені емпіричним шляхом, лежать в основі технічного аналізу фінансового ринку [22].

Синергетичний підхід до розгляду фінансових ринків виник як відповідь на кризу стереотипного мислення, а саме: хаос – деструктивне явище; випадкове – фактор, яким можна знехтувати; процеси – зворотні в часі, передбачувані, розвиток є лінійним, поступальним, безальтернативним; минуле – лише історичний інтерес. Якщо розглядати фінансовий ринок як певну синергетичну систему, що має входи та виходи, тоді технічний аналіз може бути використаний для дослідження даної системи [22].

Гіпотеза синергетичного ринку необхідна для осмислення глобального ринку. Глобальний ринок може бути тільки синергетично-самоорганізований по Л. Ландау, І. Пригожину, Г. Хакену. Стаціонарність можлива (з урахуванням економічної кібернетики) тільки на коротких часових інтервалах [3].

Основні положення гіпотези синергетичного ринку розвивають нелінійний підхід до моделювання фінансових ринків і зводяться до наступного:

1. У системі «ринку» існує не одне оптимальне рішення (у точці рівноваги попиту та пропозиції), а множина рішень, що пов'язують попит і пропозицію множиною точок, ліній, площин, об'ємів рівноваги.

2. У ринкових системах мають місце довготривалі нелінійні кореляції і тренди, хвильовий процес, що ставить під сумнів репрезентативність прогнозування цін тільки на базі детермінованих моделей.

3. У ринкових системах проявляються мінливість, суперечливість, незвідність властивостей системи до суми

властивостей її компонентів і синергетичні ефекти, що визначають нелінійність їх розвитку і неминучість криз.

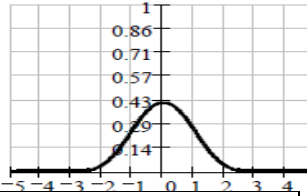
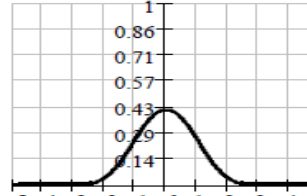
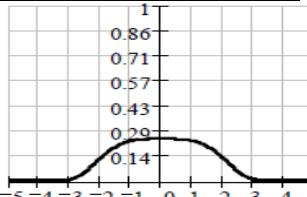
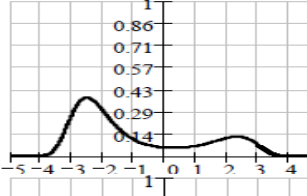
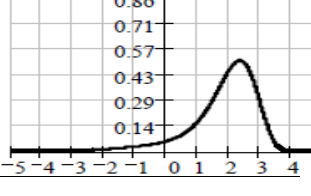
4. З ускладненням ринкових систем катастрофічно наростають транзакційні витрати, пов'язані із забезпеченням функціонування ринку, що знижує рівень ефективності цієї системи в довгостроковому і середньостроковому періодах.

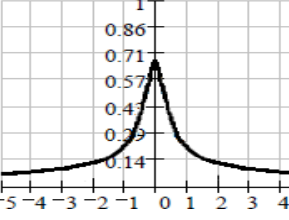
5. З підвищенням рівня нестійкості ринкової системи зростає потенціал множинності траєкторій розвитку, непередбачуваності напрямку цього розвитку.

Гіпотеза синергетичного ринку є, на наш погляд, одним з найперспективніших напрямків дослідження не тільки економічної динаміки, але й економічної науки в цілому. Цей напрям є досить молодим і на цей час не має достатньо ефективних моделей для здійснення на їх підставі аналізу фінансових часових рядів та їх прогнозування. Проте, слід відзначити, що серед розглянутих гіпотез динаміки ринку найбільш привабливими виглядають саме нелінійні моделі динаміки. Отже, розглянувши різні гіпотези ринків, наведемо таблицю, в якій здійснюється їх порівняльний аналіз (табл. 1).

Висновки. Розглянувши основні положення теорій динаміки ринків, з'ясовано, що гіпотеза ефективного ринку має ряд теоретичних та практичних незгоджень, гіпотеза когерентного ринку проблемна у практичному застосуванні і точному визначенні параметрів моделі, гіпотеза синергетичного ринку нещодавно розпочала свій розвиток і досі не має прийнятного практичного застосування (але є перспективним напрямком розвитку теорії динаміки ринків).

Порівняльний аналіз гіпотез ринку

Назва гіпотези	Характеристика	Функція щільності розподілу доходів
Гіпотеза ефективного ринку	Лінійна модель: Нормальний розподіл доходів	
Гіпотеза когерентного ринку	Нелінійна статистична модель: розподіл доходів за функцією Каллана-Шапіро	Визначено для кожної фази ринку окремо (нижче):
	1. Випадкові блукання: нормальний розподіл, $k=1.8, h=0$	
	2. Перехідні стани ринку: нормальний розподіл із збільшеним стандартним відхиленням, $k=2, h=0$	
	3. Хаотичний ринок: бімодальний розподіл, $k=2.2, h=-0.005$	
	4. Когерентний ринок: $k=2.2, h=0.02$	

Гіпотеза фрактального ринку	Нелінійна динамічна модель: Фрактальний ринок Лептоексцесний розподіл (товсті хвости, високий пік) доходів	
Гіпотеза синергетичного ринку	Нелінійна модель: Синергетичний ринок	Форму функції щільності розподілу не визначено

Найкращою з теоретичної точки зору та практичного застосування на даний момент є гіпотеза фрактального ринку Е. Петерса. Проаналізовано інструменти фрактального ринку для прийняття на їх основі обґрунтованих інвестиційних рішень і з'ясовано, що вони дають теоретичне підґрунтя для можливості прогнозування фінансових ринків на короткострокові періоди з використанням методів технічного аналізу, заснованих на грі за трендом. Тому, гіпотезу фрактального ринку та її інструменти обрано в якості бази для подальшої побудови систем прогнозування фінансових часових рядів. Наведено та обґрунтовано для **подальших досліджень** вибір інструментів технічного аналізу, заснованого на грі за трендом, відповідно до гіпотези фрактального ринку, зокрема, хвильова модель Елліотта та застосування нейро-нечітких моделей до прогнозування фінансових ринків.

Список використаної літератури

1. Vaga T. The Coherent Market Hypothesis / T. Vaga // Financial Analyst Journal. – 1991. – vol. 46. – № 6. – P. 36–49.
2. Cowles A. Can Stock Market Forecasters Forecast? / Alfred Cowles 3rd // Econometrica. –1933. – Vol. 1. – Issue 3. – P. 309–324.
3. Кузнецов Б. Л. Гипотеза синергетического рынка в свете феноменологической теории фазовых переходов Л. Ландау / Б. Л. Кузнецов // Вопросы экономики. – 2005. – №8. – С. 48–53.
4. Cootner P. H. The Random Character of Stock Market Prices / P.

- H. Cootner // *Operations Research*. – 1966. – Vol. 14. – № 5. – P. 962–965.
5. Mandelbrot B. Robust R/S Analysis of Long Run Serial Correlation / B. Mandelbrot, M. Taqqu // *Bulletin of the International Statistical Institute*. – 1979. – № 48. – Book 2. – P. 59–104.
6. Петерс Э. Фрактальный анализ финансовых рынков. Применение теории хаоса в инвестициях и экономике / Петерс Э. – М. : Интернет-трейдинг, 2004. – 304 с.
7. Петерс Э. Хаос и порядок на рынках капитала. Новый аналитический взгляд на циклы, цены и изменчивость рынка / Петерс Э. ; [пер. с англ.]. – М.: Мир, 2000. – 333 с.
8. Fama E. F. The Behavior of Stock-Market Prices / E. F. Fama // *The Journal of Business*. – 1965. – Vol. 38. – № 1. – P. 34–105.
9. Regnault J. Calcul des chances et philosophie de la bourse / Jules Regnault. – Mallet-Bachelier [et] Castel in Paris, 1863. – 215 p.
10. Bachelier L. The Theory of Speculation (PhD thesis ; 1900) / Louis Bachelier ; translated by S. Haberman and T. A. Sibbett // *History of Actuarial Science*. – London, 1995. – VII. – P. 15–78.
11. Kendall M. G. The Analysis of Economic Time-Series-Part I: Prices / M. G. Kendall, A. Bradford Hill // *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*. – Blackwell Publishing, 1953. – 116 (1). – P. 11–34.
12. Alexander S. S. Price Movements in Speculative Markets: Trends or Random Walks / S. S. Alexander // *Industrial Management Review*. – 1961. – Vol. 2. – № 2. – P. 7–26.
13. Hurst H. E. Long term Storage Capacity of Reservoirs / H. E. Hurst // *Transactions of the American Society of Civil Engineers*. – 1951. – №116. – P. 770–799.
14. Синергетичні та еконофізичні методи дослідження динамічних та структурних характеристик економічних систем : монографія / [Дербенцев В. Д., Сердюк О. А., Соловйов В. М., Шарапов О. Д.]. – Черкаси: Брама-Україна, 2010. – 287 с.
15. Филатов Д. А. Моделирование и анализ финансовых рынков на основе методов нелинейной динамики : дис. ... канд. экон. наук : 08.00.13 / Д. А. Филатов. – Воронеж, 2007. – 162 с.
16. Соловйова В. В. Аналіз та моделювання динаміки фондового ринку України: Автореф. дис... канд. экон. наук: 08.03.02 [Електронний ресурс] / В. В. Соловйова; Київ. нац. экон. ун-т ім. В. Гетьмана. – К., 2006. – 20 с. – укр.

17. Frost A. J. The Elliott Wave Principle : Key To Market Behavior / A. J. Frost, R. R. Prechter. – Introduction by Charles J. Collins, 2005. – 112 с.
18. Buckley J. J. Fuzzy statistics : regression and prediction / J. J. Buckley // Soft Computing – a Fusion of Foundations, Methodologies and Applications. – Springer-Verlag GmbH, 2005. – Vol. 9. – № 10. – P. 769–775.
19. Kuo R. J. An intelligent stock trading decision support system through integration of genetic algorithm based fuzzy neural network and artificial neural network / R. J. Kuo, C. H. Chen, Y. C. Hwang // Fuzzy Sets and Systems. – 2001. – № 118. – P. 21–45.
20. Кац Д. О. Энциклопедия торговых стратегий / Д. О. Кац, Д. Л. МакКормик ; пер. с англ. – М. : Альпина Паблишер, 2002. – 400 с.
21. Матвійчук А. В. Штучний інтелект в економіці: нейронні мережі, нечітка логіка : монографія / Матвійчук А. В. – К. : КНЕУ, 2011. – 439 с.
22. Синергетичний підхід [Електронний ресурс] : Фрактальний аналіз фінансових ринків / Nautica : нечітка логіка. – Режим доступу: sites.google.com/site/ne4itkalogika/fraktalni-analiz-finansovih-rinkiv/sinergeticnij-pidhid. – Назва з екрану.

1.2. ПРОГНОЗУВАННЯ ФІНАНСОВО-ЕКОНОМІЧНИХ ЧАСОВИХ РЯДІВ З ЗАСТОСУВАННЯМ ЛАНЦЮГІВ МАРКОВА

Анотація. В даній роботі пропонується застосування технології складних ланцюгів Маркова для прогнозування часових рядів світових фондових ринків. Головною відмінністю складних ланцюгів Маркова від простих є урахування післядії або пам'яті. Метод передбачає прогнозування ряду за ієрархією інтервалів дискретизації часу та послідовного «склеювання» результатів прогнозів на різних частотних рівнях у один вихідний ряд прогнозу. Даний підхід дозволяє найбільш повно використати фрактальні властивості часового ряду. Наведено результати прогнозування індексів світових фондових ринків.

Ключові слова: прогнозування, часові ряди, складні ланцюги Маркова, дискретний час, фрактальність, дискретне Фур'є-продовження.

Вступ

Успішне моделювання та прогнозування процесів, які протікають в таких складних системах, як екологічні, соціальні і економічні (ЕСЕ), і дотепер залишається однією з найактуальніших і до кінця не розв'язаних проблем, що відносяться до цілого комплексу наук про природу, людину і суспільство [1, 2].

Різноманіття підходів до побудови моделей таких систем, а також часто більш ніж скромні успіхи в прогнозуванні їх динаміки, вимушують шукати причини невдач не тільки в частковостях, але і в аксіоматиці, що стосується постановки задачі, використовуваних засобів моделювання, інтерпретації його результатів, зв'язків з іншими науковими напрямками.

З виникненням на початку минулого сторіччя квантової механіки і теорії відносності були сформульовані і затвердилися нові філософські переконання на поняття фізичної величини, процедури вимірювання і стану системи, що в корені відрізняються від ньютонівських уявлень [3, 4].

Більше 70-ти років йдуть дискусії щодо концепцій, на яких засновані класичні та неокласичні економічні теорії, та з'являються нові підходи [5].

З середини минулого сторіччя одержала визнання загальна теорія систем і почав в явному вигляді формуватися новий, системний, емерджентний та квантовий за своєю суттю підхід до дослідження складних об'єктів, в рамках якого фактично постулюється обмеженість будь-якого моделювання, що спирається тільки на фіксовану і замкнуту систему аксіом [6].

Проте освоєння нової філософської бази в моделюванні ЕСЕ систем і до теперішнього часу відбувається зі складнощами, а нові принципи часто лише декларуються.

Дана робота присвячена дослідженню і застосуванню нової технології моделювання і прогнозування, запропонованої в [7, 8], в основі якої лежать концепції детермінованого хаосу, складні ланцюги Маркова та ієрархічна по часових масштабах організація обчислювальних процедур.

Аналіз основних публікацій щодо проблеми дослідження

Прогнозування фінансово-економічних часових рядів є надзвичайно актуальною задачею. Сучасні підходи до даної задачі можна охарактеризувати наступними напрямками: 1) апроксимація часового ряду аналітичною функцією та екстраполяція знайденої функції у напрямку майбутнього – так звані трендові моделі [9]; 2) дослідження впливу усіх можливих факторів на показник, який прогнозується та побудова економетричних, або більш складних моделей за допомогою методу групового урахування аргументів (МГУА) [10]; 3) моделювання майбутніх цін як результатів прийняття рішень за допомогою нейронних мереж, генетичних алгоритмів, нечітких множин [10, 11, 12]. На жаль, дані методики не демонструють стабільних прогнозів, що може бути пояснене складністю систем, динаміка яких прогнозується, постійною зміною їх структури. Ми намагаємось поєднати ці напрями в одному алгоритмі, але надаємо перевагу останньому, який полягає у побудові моделі, адекватної процесу, який породжує часовий ряд ціни [13]. Саме такий підхід дає можливість наблизитись до складності системи, яка генерує досліджуваний ряд, побудувати її модель та використовувати властивості моделі у якості прогнозу.

Цілі статті, постановка задачі

Нехай ряд заданий послідовністю дискретних рівнів зі сталим кроком дискретизації часу Δt . Необхідно побудувати

варіанти продовження ряду (сценарії прогнозу) згідно виявлених залежностей між послідовностями абсолютних або відносних змін за допомогою складних ланцюгів Маркова.

Метод прогнозування на основі ланцюгів Маркова

Припустимо існує послідовність дискретних станів певної системи. З цієї послідовності можна визначити ймовірності переходу з одного стану в інший. Простим ланцюгом Маркова є випадковий процес, в якому ймовірність наступного стану залежить тільки від попереднього стану та не залежить від усіх інших станів. На відміну від простого, складним ланцюгом Маркова називають випадковий процес, в якому ймовірність наступного стану залежать не лише від наявного, а від послідовності декількох попередніх станів (передісторії). Кількість станів у передісторії є порядком ланцюга Маркова.

Теорія простих ланцюгів Маркова широко викладена в літературі, наприклад [14]. Що стосується ланцюгів Маркова вищих порядків, то в літературі [15] наведене лише означення.

Ланцюг Маркова порядку вище 1-го можна звести до простого ланцюга Маркова за допомогою введення поняття «узагальнений стан», включаючи в нього ряд послідовних станів системи. В цьому випадку апарат простих ланцюгів Маркова може бути застосований до складних.

Досліджуваний динамічний ряд є результатом певного процесу. Припускається, що цей процес є детермінованим, що означає існування причинно-наслідкової залежності наступних станів від передісторії. Неможливо зафіксувати та проаналізувати нескінченну передісторію, що заважає точному виявленню даного впливу та побудову абсолютно точних прогнозів. Поставлена задача полягає у максимальному використанні інформації, яка міститься у відомому відрізку ряду та моделювання на основі цього найбільш ймовірних сценаріїв продовження ряду в майбутньому.

Досліджуваний процес описується у вигляді часового ряду ціни $p(t)$ із заданим проміжком дискретизації Δt

$$p_{i+1} = p(t_0 + i \cdot \Delta t). \quad (1)$$

Дискретне представлення ряду є фактично способом існування даної системи. Формування ціни відбувається на основі угод, укладених на ринку в певні дискретні моменти часу, а часовий ряд ціни є рядом усереднених рівнів ціни за

вибрані проміжки часу. Кожен трейдер, який є частиною системи ціноутворення, під час прийняття рішення працює з суто дискретними рядами на вибраному часовому інтервалі (наприклад, хвилинному, 5-хвилинному, годинному, денному тощо). При прямуванні $\Delta t \rightarrow 0$ точність представлення даних досягає певної межі, оскільки при достатньо малих Δt ціна змінюється стрибком в момент здійснення угоди, а протягом часу між угодами залишається незмінною і рівною останній угоді. Дані факти свідчать про те, що дискретність часових рядів необхідно розуміти як один із принципів організації складної фінансової системи, а не лише як обмежене представлення результатів її діяльності [7, 8, 16, 17].

Ряд вихідних значень необхідно перетворити у ряд дискретних станів. Позначимо кількість вибраних станів s , кожен з яких пов'язаний зі зміною величини вихідного сигналу (прибутковості). Наприклад, класифікація з двома станами, перший з яких відповідає додатній прибутковості при зростанні ціни, а другий – від'ємній при її спаданні. В загальному вигляді всі можливі природи вихідного ряду класифікуємо на s груп. Способи розбиття будуть обговорюватись нижче.

Далі здійснюється прогнозування ряду дискретизованих станів. Для заданого порядку ланцюга Маркова та останнього узагальненого стану в якості наступного вибирається найбільш ймовірний стан. У випадках неоднозначності при визначенні стану з максимальною ймовірністю застосовується алгоритм, який дозволяє зменшити кількість можливих сценаріїв прогнозу. Таким чином, маємо ряд прогнозованих станів, які для відомого останнього значення ряду можуть бути перетворені на дискретизований ряд прогнозних значень.

Обчислення приростів, прогнозування та послідуєнне відновлення здійснюється здійснити для заданої ієрархії приростів часу Δt . Для ефективного використання інформації, представленій в наявному часовому ряді, прогнозування здійснюється для приростів часу $\Delta t=1,2,4,8,\dots$, або більш складної ієрархії приростів та послідовного «склеювання» результатів отриманих на різних дискретизаціях прогнозів.

Процедура прогнозування та склеювання є ітераційною та проводиться, починаючи з менших приростів, додаючи на кожному кроці прогноз з більшим приростом часу.

При збільшенні кроку дискретизації часу Δt зменшується статистика для визначення ланцюгів Маркова, найбільший крок дискретизації, який приймає участь у прогнозуванні обмежується. Для доповнення прогнозу низькочастотною складовою використовується наближення нульового порядку у вигляді лінійного тренду, або комбінації лінійного тренду та гармонійних коливань [18, 19].

Розглянемо послідовність операцій, які необхідні для побудови прогнозного ряду. Для цього необхідно задати наступні параметри:

1) Вид ієрархії приростів часу (проста – степені двійки, складна - добуток степенів перших простих чисел).

2) Величини s – кількість станів та r - порядок ланцюга Маркова. Дані параметри можуть бути індивідуальними для кожного рівня дискретизації, знаходження оптимальних параметрів здійснюється експериментально.

3) Величина порогу δ , та мінімальна кількість переходів N_{\min} .

Алгоритм побудови прогнозу включає наступні кроки:

1) Генерація ієрархії приростів часу – послідовності Δt , максимальний з яких повинен відповідати довжині прогнозного проміжку N_1 .

2) Для кожного приросту часу Δt зі зростанням приростів, здійснюється прогнозування станів та відновлення ряду за прогнозними станами. Даний етап включає наступні дії:

2.1. Обчислення приростів (прибутковостей) ряду з дискретизацією Δt .

2.2. Перетворення ряду приростів у ряд номерів станів (1..s).

2.3. Обчислення ймовірностей переходів для узагальнених станів.

2.4. Побудова ряду прогнозних станів, застосовуючи процедуру визначення найбільш ймовірного наступного стану.

2.5. Відновлення ряду значень з ряду станів з дискретизацією Δt .

2.6. Склеювання прогнозу з дискретизацією Δt з рядом, який був отриманий в результаті склеювання попередніх шарів (з меншим кроком Δt). У випадку якщо даний ряд є першим, в якості результату склеювання повертається ряд без змін.

3) Останній склеєний ряд склеїти з продовженням лінійного тренда, побудованого по усім попередньо відомим точкам.

Ряд, склеєний з лінійним трендом, є результатом прогнозування. Розглянемо етапи наведеного алгоритму більш детально.

Стани в даній методиці зв'язані з вимірюванням прогнозної величини. Пропонуються наступні способи класифікації прибутковостей у стани. Серед них – класифікація на основі принципу рівномірності за кількістю представників в класах; на основі принципу рівномірності за відхиленням, а також їх комбінації для різних модулів відхилень.

Основою для класифікації станів є приріст, або прибутковість ряду [17, 20]. Розглядається абсолютні (2) та відносні (3) прирости ряду.

$$r_t = p_t - p_{t-\Delta t}, \quad (2)$$

$$r_t = \frac{p_t - p_{t-\Delta t}}{p_t}, \quad (3)$$

де p_t – вхідний ряд динаміки ціни, Δt – проміжок дискретизації, який вибрано для аналізу. Відомо, що математичне сподівання ряду прибутковостей дорівнює нулю, а дисперсія є фактично мірою волатильності ряду. На основі значень прибутковостей r_t здійснюється класифікація та перетворення значень ряду в ряд дискретних станів. Один з принципів проведення класифікації рівномірність за кількістю представників класів. Дана класифікація поділяє множину всіх приростів $\{r_t\}$ на s рівних по кількості груп. Обчислені прирости ряду з даною дискретизацією упорядковуємо за зростанням та здійснюємо поділ відсортованого масиву на рівні частини. Таким чином визначаються граничні значення $\{r_{lim,i}\}$, які використовуються при перетворенні прибутковостей на номери класів. Проблему може створити велика кількість однакових станів, що спричинює однакові межі декількох сусідніх станів. Це створює номери станів без жодного представника, що робить необхідним корекцію розбиття з ціллю досягнути найбільш можливої рівномірності в розподілу на стани. Класифікація відбувається за наступним алгоритмом [21, 22]:

$$s_i = (i \mid r_{lim,i-1} > r_t > r_{lim,i}) \quad (4)$$

де s_i – номер стану, який відповідає моменту часу t , для якого обчислена прибутковість r_i ; i – номер стану $[1...s]$, інтервал $[r_{\text{lim},i-1}, r_{\text{lim},i}]$ якого відповідає обчисленій прибутковості r_i .

Крім інтервалу прибутковостей, заданого зазначеними вище граничними значеннями $[r_{\text{lim},i-1}, r_{\text{lim},i}]$, для кожного стану вибирається середнє значення прибутковості $r_{\text{avg},i}$, яке буде використовуватись при відновленні значень ряду за прогнозованими дискретними станами.

У випадку складного ланцюга Маркова, ймовірність наступного стану залежить не тільки від попереднього стану, а й від послідовності r станів, які відбулись перед даним. У цьому випадку, необхідно обчислити ймовірності переходів з послідовності r станів у стан $r+1$. Формально ці ймовірності можна записати в прямокутну таблицю з розмірністю (r^s, s) .

Можна звести ланцюги Маркова порядку r до ланцюга порядку 1, узагальнивши поняття «наявний стан», включивши в нього послідовність з r станів, які передують стану, ймовірність якого обчислюється. Таким чином, ймовірності переходів можна записати в квадратні матриці розмірністю (r^s, r^s) , яка є матрицею ймовірностей переходів між узагальненими станами.

Процес прогнозування полягає в наступному: вибирається останній стан (у випадку ланцюга Маркова порядку $r > 1$ береться послідовність r останніх станів). Визначається ймовірність переходу з даного стану у всі можливі. Із усіх можливих наступних станів вибирається стан з максимальною ймовірністю. Можливий випадок декількох станів з максимальною ймовірністю, який може бути пояснений бімодальним розподілом ймовірностей. Процес прийняття рішення в цьому випадку описаний нижче.

Вибраний найбільш ймовірний стан приймається як наступний прогнозований стан та процедура повторюється з наступним (доданим останнім) станом. Таким чином, ми отримуємо ряд прогнозних станів для даної величини дискретизації Δt .

Далі по одержаному ряду станів та відомому початковому значенню відбувається відновлення ряду для даної дискретизації Δt . При цьому кожний стан являє собою Δt точок ряду. На етапі класифікації станів з кожним станом був зв'язаний середній приріст $r_{\text{avg},i}$, який додається до значення останньої точки ряду та

обчислюється наступна дискретизована точка. Проміжні точки заповнюються як лінійна інтерполяція відомих 2-х сусідніх точок. Алгоритм відновлення значень ряду y_t на основі початкової ціни p_t та ряду середніх приростів, $r_{avg,ik}$ відповідних прогнозним станам s_k можна задати послідовністю обчислень (5):

$$\begin{aligned}
 y_t &= p_t, \\
 y_{t+1} &= y_t + r_{avg,i1} / \Delta t = p_t + r_{avg,i1} / \Delta t, \\
 y_{t+2} &= y_{t+1} + r_{avg,i1} / \Delta t = p_t + 2r_{avg,i1} / \Delta t, \\
 &\dots \\
 y_{t+\Delta t-1} &= y_{t+\Delta t-2} + r_{avg,i1} / \Delta t = p_t + (\Delta t - 1)r_{avg,i1} / \Delta t, \\
 y_{t+\Delta t} &= y_{t+\Delta t-1} + r_{avg,i1} / \Delta t = p_t + \Delta t r_{avg,i1} / \Delta t = p_t + r_{avg,i1}, \\
 y_{t+\Delta t+1} &= y_{t+\Delta t} + r_{avg,i2} / \Delta t = p_t + r_{avg,i1} + r_{avg,i2} / \Delta t, \\
 &\dots \\
 y_{t+n\Delta t-1} &= y_{t+n\Delta t-2} + r_{avg,in} / \Delta t = p_t + \sum_{k=1}^{n-1} r_{avg,ik} + \frac{(\Delta t - 1)}{\Delta t} r_{avg,ik} \\
 y_{t+n\Delta t} &= y_{t+n\Delta t-1} + r_{avg,in} / \Delta t = p_t + \sum_{k=1}^n r_{avg,ik} \quad (5)
 \end{aligned}$$

Прирости часового ряду обчислюються з різними кроками. Наприклад, аналогічно з дискретним перетворенням Фур'є, розглядаємо прирости величиною степенів двійки. Спочатку обчислюємо прирости як різниця двох сусідніх значень ряду, потім через одне, з кроками 2, 4, 8, 16 і т.д. Позначимо цю різницю в часі через Δt .

Для кожного Δt здійснюємо перетворення ряду приростів у ряд станів, здійснюємо прогнозування майбутньої послідовності станів, потім відновлюємо ряд із заданою дискретизацією по спрогнозованому ряду станів. Ряди, отримані при відновленні для різних Δt , проходять процедуру склеювання, в результаті якої був отриманий ряд, який і є прогнозним рядом. Таким чином, вибирається ієрархія приростів, кожна з яких відповідає за свою частоту, на якій відбувається прогнозування та відновлення в процесі склеювання.

Суть процесу склеювання полягає в наступному. Процедура склеювання є ітераційною, ряд з кожною наступною (з більшим кроком) дискретизацією коректує, підтягуючи до свої точки прогноз, сформований з результатів при менших Δt . Перетворення, які виконуються в процесі склеювання, можна записати у вигляді наступних обчислень:

Нехай проведено склеювання для усіх приростів часу $\Delta t < \Delta t_i$, здійснено прогноз при дискретизації Δt_i та за формулами (5) отримано часовий ряд $\{y_i\}$. Розглянемо ітераційну процедуру склеювання отриманого ряду $\{y_i\}$ з рядом, отриманим в результаті усіх попередніх склеювань $\{g_i\}$.

Оскільки ряд $\{y_i\}$ містить системні точки лише в моменти часу, кратні Δt_i , а інші точки ряду є інтерпольованими, то процес склеювання полягає в заміні цих інтерпольованих точок значеннями системних точок з попередніх $\Delta t < \Delta t_i$, які містяться у ряді результатів попередніх склеювань $\{g_i\}$. Алгоритм склеювання може бути записаний у вигляді послідовності обчислень (6)

$$\begin{aligned}
 z_t &= g_t = p_t, \\
 z_{t+\Delta t} &= g_{t+\Delta t} + (y_{t+\Delta t} - g_{t+\Delta t}) / \Delta t_i, \\
 z_{t+2\Delta t} &= g_{t+2\Delta t} + 2(y_{t+\Delta t} - g_{t+\Delta t}) / \Delta t_i, \\
 &\dots \\
 z_{t+\Delta t-1} &= g_{t+\Delta t-1} + (\Delta t_i - 1)(y_{t+\Delta t} - g_{t+\Delta t}) / \Delta t_i, \\
 z_{t+\Delta t} &= g_{t+\Delta t} + (\Delta t_i)(y_{t+\Delta t} - g_{t+\Delta t}) / \Delta t_i = y_{t+\Delta t}, \\
 z_{t+\Delta t+1} &= g_{t+\Delta t+1} + ((y_{t+2\Delta t} - g_{t+2\Delta t}) - (y_{t+\Delta t} - g_{t+\Delta t})) / \Delta t_i, \\
 z_{t+\Delta t+2} &= g_{t+\Delta t+2} + 2((y_{t+2\Delta t} - g_{t+2\Delta t}) - (y_{t+\Delta t} - g_{t+\Delta t})) / \Delta t_i, \\
 &\dots \\
 z_{t+n\Delta t-1} &= g_{t+n\Delta t-1} + \frac{(\Delta t_i - 1)}{\Delta t_i} ((y_{t-n\Delta t} - g_{t-n\Delta t}) - (y_{t-(n-1)\Delta t} - g_{t-(n-1)\Delta t})) \\
 z_{t+n\Delta t} &= g_{t+n\Delta t} + ((y_{t-n\Delta t} - g_{t-n\Delta t}) - (y_{t+(n-1)\Delta t} - g_{t+(n-1)\Delta t})) = \\
 &= g_{t+(n-1)\Delta t} - y_{t+(n-1)\Delta t} - y_{t-n\Delta t}
 \end{aligned} \tag{5}$$

Розглянемо результати прогнозування фондових ринків. Точкою 2000 позначено момент початку прогнозів: 24 березня 2011 року.

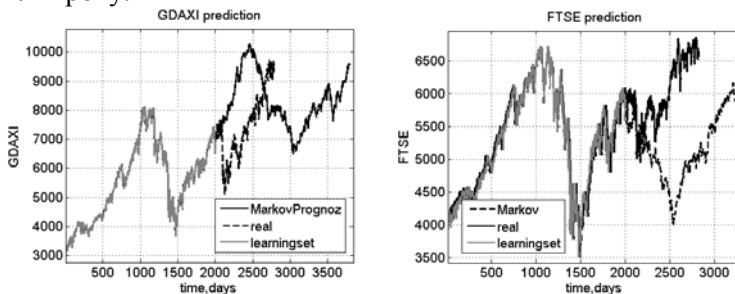


Рис. 1. Прогнозування індексу DAX (Німеччина, зліва) та FTSE (Великобританія, справа).

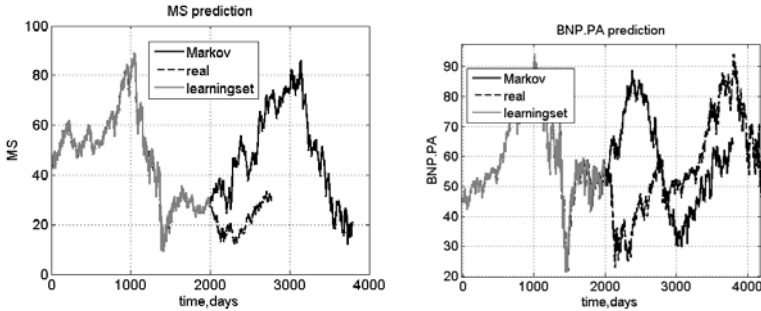


Рис. 2. Прогнозування ціни акцій банку Morgan Stanley (США, зліва) та банку BNP Paribas (Франція, справа)

З вищенаведених графіків видно, що прогнозування запропонованим методом динаміки фондових ринків під час кризи можливе тільки в короткостроковій перспективі (20-50 днів). Похибка прогнозування при довжині прогнозу 1000 днів складає 22 %.

Список використаної літератури

1. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. – 2-е изд., испр. – М.: Физматлит, 2001. – 320 с.
2. Принципи моделювання та прогнозування в екології: Підручник. / [Богобожий В.В., Курбанов К.Р., Палій П.Б., Шмандій В.М].- К.: Центр навчальної літератури, 2004. – 216 с.
3. Елютин П.В., Кривченко В.Д. Квантовая механика с задачами /Под ред. академика Н.Н.Боголюбова. – М.: Наука, 1976. – 336 с.
4. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Квантовая механика. Нерелятивистская теория. – М.: Наука, 1974. – 752 с.
5. Сапир Ж. К экономической теории неоднородных систем: Опыт исследования децентрализованной экономики: Пер. с фр. под науч. ред. Н.А. Макашевой. – М.: ГУ ВШЭ, 2001. – 248 с.
6. L. von Bertalanffy, General System Theory—A Critical Review. - «General Systems», vol. VII, 1962, p. 1—20.
7. Курбанов К.Р., Сапцин В.М. Сложные цепи Маркова как технология прогнозирования социальных, экономических и экологических процессов. / К.Р. Курбанов, В.М. Сапцин //

МНПК аспір., мол. учених та науковців. «Проблеми та перспективи розвитку регіональної ринкової економіки» Кременчук, 11-13 травня 2007 р. С. 10-14.

8.Сапцин В.М. Опыт применения генетически сложных цепей Маркова для нейросетевой технологии прогнозирования. / В.М. Сапцин // Вісник Криворізького економічного інституту КНЕУ.- Кривий Ріг, КЕІ КНЕУ, 2009, вип. 2(18).- С.56-66.

9.Лукашин Ю.П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов / Ю.П. Лукашин [Учеб. пособие]. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 416 с.

10.Зайченко Ю. П. Нечеткие модели и методы в интеллектуальных системах: учеб. пособие для иностр. студ. вузов, направления «Компьютерные науки» / Ю. П. Зайченко; [М.З. Згуровский (общ.ред.)]. – К.: Слово, 2008. — 344 с.

11.Ежов А.А., Шумский С.А. Нейрокомпьютинг и его применения в экономике и бизнесе. – М., 1998.

12.Заенцев И.В. Нейронные сети: основные модели. / И.В. Заенцев [электронный ресурс] :Учебное пособие к курсу «Нейронные сети» для студентов 5 курса магистратуры каф. электроники физического ф-та Воронежского государственного университета [эл. издание]. – Воронеж: Воронежский государственный университет, 1999.

13.Чабаненко Д. М. Виявлення короткочасної та довготривалої пам'яті та прогнозування часових рядів методами складних ланцюгів маркова / Д. М. Чабаненко // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Інформатика і моделювання. – Харків: НТУ ХПІ, 2010. – № 31. – С. 184-190.

14.Тихонов В.И., Миронов В.А. Марковские процессы. / В.И. Тихонов, В.А. Миронов – М.: Сов. Радио, 1977. - 488 с.

15.Корн Г., Корн Т.. Справочник по математике для научных инженеров и работников. /Г. Корн, Т. Корн – М.: Наука, 1973. - 832 с.

16.Сапцин В.М., Соловьев В.Н. Релятивистская квантовая экономифизика. Новые парадигмы моделирования сложных систем: Черкассы: Брама-Украина, 2009. – 64 с.

17.Синергетичні та економіфізичні методи дослідження динамічних та структурних характеристик економічних систем. // В.Д. Дербенцев, О.А. Сердюк, В.М. Соловійов, О.Д. Шарапов – Монографія. – Черкаси: Брама-Україна, 2010. – 287 с.

18. Сапцін В. М., Чабаненко Д.М. Фур'є-продовження низькочастотних складових рядів економічної динаміки / В. М. Сапцін, Д.М. Чабаненко // Проблеми економічної кібернетики: Тези доповідей XIV Всеукраїнської науково-методичної конференції (8-9 жовтня 2009 р., м. Харків). – Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2009. – С. 132-133.
19. Дискретне Фур'є-продовження часових рядів / Д.М. Чабаненко // Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. - Випуск 1 (66). – Дніпропетровськ, 2010. – С. 114-122.
20. Соловійов В.М. Математична економіка. [Навчально-методичний посібник для самостійного вивчення дисципліни] / В.М. Соловійов – Черкаси: ЧНУ, 2008. – 136 с.
21. Prediction of financial time series with the technology of high-order Markov chains [електронний ресурс] / V. Soloviev, V. Sapsin, D. Chabanenko // Working Group on Physics of Socio-economic Systems (AGSOE). – Dresden, 2009. – Режим доступу: <http://www.dpg-verhandlungen.de/2009/dresden/agsoe.pdf>
22. Soloviev V. Financial time series prediction with the technology of Complex Markov chains / V. Soloviev, V. Sapsin, D. Chabanenko // Computer Modelling and New Technologies. – 2010. – Vol. 14, № 3. – P. 63-67.

1.3. КОМПЛЕКСНА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ МУЛЬТИ- І МОНО- ФРАКТАЛЬНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДИНАМІКИ ФОНДОВОГО РИНКУ

Анотація. Виявлення прихованих закономірностей в часових рядах біржових індексів проводиться в рамках більш глибокого дослідження – моніторингу трансформації якісних змін таких закономірностей в масштабах розглядуваного фондового ринку.

Особливо інформативними і корисними методами виявлення прихованих закономірностей вважаємо фрактальний і мультифрактальний аналіз часових рядів. Для аналізу часових рядів фондових індексів підібрано цілий *комплекс* сучасних методів, що включає: *метод R/S-аналізу Херста, метод*

перевірки V -статистики, стандартний метод аналізу флуктуацій SAF , метод аналізу детрендованих флуктуацій ADF і мульти-фрактальний метод аналізу детрендованих флуктуацій $MF-ADF$. В рамках теоретичного обґрунтування адекватності і ефективності застосування запропонованої комплексної методики, необхідно: проаналізувавши теоретичні основи цих методів, провести порівняльний аналіз методів, виявити їх переваги та істотні обмеження, вказати можливості вдосконалення; привести специфічні для фондового ринку економічні інтерпретації результатів такого аналізу рядів. Це і є темою даної роботи. Приведені алгоритми розрахунків.

Для моніторингу трансформаційних процесів в динаміці фондового ринку запропоновано підхід, заснований на застосуванні *технології ковзного вікна* для розрахунку будь-яких кількісних показників для реальних часових рядів фондових індексів і окремих активів. Це дозволяє здійснити візуальний аналіз накладених графіків початкового ряду індексу і побудованого ряду показника, і знаходити індикатори-передвісники кризових явищ.

Фрактальний аналіз

Поняття фрактал і фрактальна геометрія [1], що з'явилися в кінці 70-х, з середини 80-х міцно увійшли до вжитку математиків і програмістів, останнім часом набуває популярності в аналізі фінансових ринків [2, 3, 4, 5]. Слово фрактал утворено від латинського *fractus* і в перекладі означає той, що складається з фрагментів. Термін був запропонований Бенуа Мандельбротом в 1975 році для позначення нерегулярних, але самоподібних структур, якими він займався. Визначення фрактала, дане Мандельбротом, звучить так: «*Фракталом називається структура, що складається з частин, які в якомусь сенсі подібні до цілого*». У найпростішому випадку - частина фрактала містить інформацію про весь фрактал. Взагалі, фрактали – надзвичайно потужний матапарат [1,6,7,8].

Однією з основних властивостей фракталів є *самоподібність*. Властивість самоподібності є якісною, тобто об'єкт або процес є статистично подібним в різних масштабах (просторових або часових). Кожен масштаб нагадує інші масштаби, але не ідентичний їм. Така властивість робить фрактал масштабно-інваріантним.

Другою властивістю фракталів є *фрактальна розмірність*, яка може описувати або фізично просторову структуру, або часовий ряд (точніше розуміти графік часового ряду). Фрактальна розмірність характеризує те, як об'єкт заповнює простір. Існує декілька способів обчислити фрактальну розмірність.

В основу одного з них покладено наступні міркування. Для звичайної гладкої кривої довжину L приблизно можна оцінити як добуток кількості однакових прямолінійних відрізків $K(\delta)$, що уміщуються на кривій, на довжину таких відрізків δ , тобто $L \approx L(\delta) = K \cdot \delta$. Довжина кривої L визначається граничним переходом $L = \lim_{\delta \rightarrow 0} (K \cdot \delta)$.

У випадку фракталів добуток $K \cdot \delta$ перетворюється в нескінченність, оскільки при $\delta \rightarrow 0$ враховуються все більш дрібні деталі фракталу. Проте асимптотично ця збіжність до нескінченності відбувається згідно деякого чітко визначеного степеневому закону δ^D . Це значення D називають *розмірністю Хаусдорфа* [13]. Хаусдорф довів, що існує *критичний показник* $D \in R$ (дійсне число) такий, що добуток $K \cdot \delta^D$ при граничному переході $\delta \rightarrow 0$ залишається скінченним. При показниках менших ніж D , добуток перетворюється в нескінченність, а при показниках, більших ніж D , збігається до нуля:

$$\lim_{\delta \rightarrow 0} K(\delta) \cdot \delta^d = \begin{cases} 0, & d > D \\ \infty, & d < D \end{cases}.$$

Дане визначення можна спростити, зробивши його зручнішим для практичного застосування:

$$\text{при } \delta \rightarrow 0 \quad K(\delta) \sim \frac{1}{\delta^D} \Leftrightarrow \ln K(\delta) \sim \ln \frac{1}{\delta^D} \Leftrightarrow \ln K(\delta) \sim -D \ln \delta$$

$$\text{тобто } D \approx -\frac{\ln K(\delta)}{\ln(\delta)}$$

На практиці частіше використовується інший спосіб обчислення фрактальної розмірності - *клітинна розмірність*. Замість прямолінійних відрізків розглядаються «клітинки» - квадрати із стороною δ , розмірність D визначається по

ідентичній формулі $D \approx -\frac{\ln K(\delta)}{\ln(\delta)}$ шляхом підрахунку $K(\delta)$ як

кількості клітинок, необхідних для покриття кривої залежно від їх розміру.

Фрактальна розмірність часового ряду визначає ступінь зазубленості його графіку. Наприклад, пряма лінія має фрактальну розмірність, рівну одиниці $D=1$, а білий гаусівський шум $D=1.5$. При значеннях $1.5 < D < 2$ часовий ряд більш зазублений, ніж білий гаусівський шум, тобто має більше інверсій. Статистика часового ряду з фрактальними розмірностями, відмінними від 1.5, не обов'язково знаходиться в межах нормального розподілу.

Отже, найважливішими ознаками фрактального об'єкту є його *самоподібність* і *складна скейлінгова структура*, що відображається в фрактальній розмірності.

Ейнштейн, вивчаючи броунівський рух, виявив, що відстань A , яку проходить випадкова частинка, збільшується пропорційно кореню квадратному з часу T , за який вона проходить цю відстань:

$$A \sim \sqrt{T}.$$

У фінансовій економіці ця ідея використовується, наприклад, для перерахунку *волатильності* (яка визначена як *середньоквадратичне відхилення*) на період часу T по відомій волатильності $\sigma(\tau)$ за період τ :

$$\sigma(T) = \sigma(\tau) \sqrt{\frac{T}{\tau}}.$$

Ця формула припускає, що *середньоквадратичне відхилення* $\sigma(T)$ доходів фондових активів збільшується як квадратний корінь з часу:

$$\sigma(T) \sim \sqrt{T},$$

тобто показник волатильності $\sigma(T)$ розглядається як аналог відстані $A(T)$, на яку «переміщується система» і його масштабування з часом відбувається так само як і в *системі випадкових блукань*. На жаль, ця формула невірна практично для

всіх фінансових ринків і не описує їх істотні властивості: **наявність пам'яті** і схильність до **великих викидів**.

Ці властивості ринку можуть бути враховані в моделі фрактальної природи ринків. Концепція фрактальності ринків стверджує, що ринки - *самоподібні на різних часових масштабах*. Відомо, що припущення про самоподібність (фрактальність) передбачає виконання деякої умови про **ступеневу залежність від масштабу**, в якій і полягає сама суть поняття «самоподібного об'єкту».

Зокрема, волатильності, обчислені на базі різних часових інтервалів, співвідносяться за наступною формулою:

$$\sigma(T) = \sigma(\tau) \cdot \left(\frac{T}{\tau}\right)^H,$$

де H - так званий *показник самоподібності*.

Тобто припускається справедливність співвідношення:

$$\sigma(T) \sim T^H,$$

яке означає, що масштабування «відстані, на яку переміщується система» відбувається згідно степеневому закону залежності від часу.

В випадку $H = 0.5$ отримуємо як окремий випадок *модель випадкових блукань*, інакше ряд вважається *фрактальним* (самоподібним, також кажуть, що має скейлінгову структуру).

Далі розглянемо декілька показників самоподібності (їх також називають показники фрактальності, скейлінговості), що характеризують масштабування трохи різних за змістом «переміщень системи» в залежності від часу.

Аналіз відмінностей цих показників проводиться в рамках теоретичного обґрунтування застосування цілого *комплексу методів* моно- і мульти-фрактального аналізу, що включає п'ять методів:

1. *метод R/S-аналізу Херста,*
2. *метод перевірки V-статистики,*
3. *стандартний метод аналізу флуктуацій,*
4. *метод аналізу детрендованих флуктуацій,*
5. *мультифрактальний метод аналізу детрендованих флуктуацій.*

Всі ці методи були розроблені спеціально для *аналізу часових рядів* на наявність в них властивості самоподібності,

тому в рамках кожного з цих методів *перевіряється справедливість* деякого **степеневого закону** залежності від масштабу часу.

Очевидна відмінність методів в тому, яку саме величину розглядають як аналог «відстані переміщення системи» A . Всі ці методи дозволять отримати оцінку показника самоподібності H з емпіричної залежності. Для цього певна величина «відстані» F обчислюється для підпоследовностей вхідного ряду різної довжини n . Щоб обчислене значення F_n для певного масштабу часу n було статистично інформативним, його треба *оцінювати як середнє значення* по деякій сукупності таких підпоследовностей однакової довжини n . Важливо розуміти, як правильно вибрати такі підпоследовності, і сформуувати статистично адекватну сукупність.

Зазвичай для цього проводять так зване «розбиття часового ряду на сегменти». В такому контексті під «сегментом довжини n » розуміють підпоследовність, що складається з n точок і представляє собою цільний фрагмент часового ряду. Під «розбиттям на сегменти» мається на увазі відокремлення сегментів, так щоб вони не перетиналися, і покривали часовий ряд без пропусків.

Введемо наступні позначення для часового ряду $B = \{B(i)\}_{i=1}^T$, деякий сегмент довжини n позначимо тією ж літерою з нижнім індексом, що вказує довжину $B_n = \{B(i)\}_{i=t}^{t+n-1}$, і для цього сегменту визначимо (Рисунок 1):

- $\max B_n = \max_{t \leq i \leq t+n-1} B(i)$ максимальне значення на сегменті,
- $\min B_n = \min_{t \leq i \leq t+n-1} B(i)$ мінімальне значення на сегменті,
- $\text{open } B_n = B(\min i) = B(t)$ значення в початковій точці сегменту,
- $\text{close } B_n = B(\max i) = B(t+n-1)$ значення в кінцевій точці сегменту,
- $(\max B_n - \min B_n)$ - це розмах на сегменті,
- $(\text{close } B_n - \text{open } B_n)$ - це зсув на сегменті.

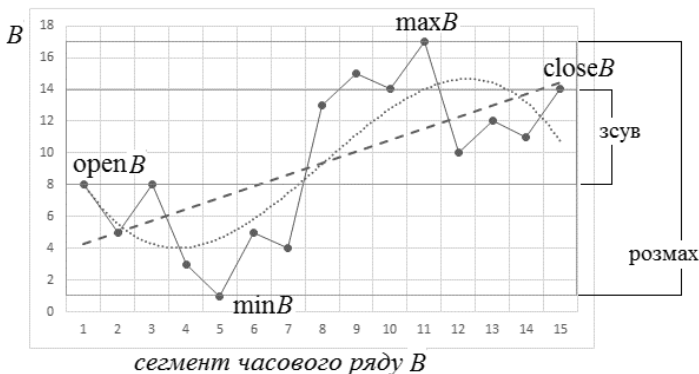


Рис. 1. Сегмент часового ряду, його особливі точки, розмах, зсув, локальні лінійний і кубічний тренди.

1. Метод R/S-аналізу Херста

Найбільш популярний з методів фрактального аналізу часових рядів - метод R/S-аналізу - був розроблений Мандельбротом і вдосконалений Петерсом [5] та іншими дослідниками, дозволяє обчислювати показник самоподібності, що називають коефіцієнтом Херста, на честь відомого британського гідролога, який використовував подібний показник в своєму попередньо створеному методі гідрологічного аналізу Херста [9], ідея цього методу і лягла в основу методу R/S-аналізу.

Показник Херста вимірює *інтенсивність довготривалих залежностей* у часовому ряді і його значення містить мінімальні відомості стосовно *природи* системи, що вивчається, по значенням показника можна відрізнити випадкові ряди від не випадкових, навіть якщо вони не є гаусові.

В рамках свого аналізу Херст використовував рівняння залежності нормованого розмаху від масштабу часу:

$$R / S = C \cdot n^H$$

де H - показник Херста,

n - кількість спостережень (масштаб часу),

C - константа,

$S_n = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (X(j) - E_n(X))^2}$ - стандартне відхилення ряду,

$E_n(X) = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n X(j)$ - середнє значення ряду,

$$R_n = \left[\max_{1 \leq i \leq n} \sum_{j=1}^i (X(j) - E_n(X)) - \min_{1 \leq i \leq n} \sum_{j=1}^i (X(j) - E_n(X)) \right]$$

- розмах часткових сум відхилень значень ряду $X(j)$ від його середнього значення.

Тут нормований розмах R/S є аналогом відстані, на яку переміщується система за час $T = n$. Значення R/S змінює масштаб по мірі збільшення приросту часу n пропорційно значенню степеневій функції n^H . Це називається масштабуванням із степеневою залежністю (або інакше скейлінговою поведінкою показника R/S), що є характерною рисою фракталів.

Логарифмуючи цю рівність, отримуємо:

$$\ln(R/S) = \ln C + H \ln(n),$$

це рівняння прямої в координатах $(\ln(R/S); \ln(n))$.

Показник самоподібності Херста H - тангенс кута нахилу прямої графіку залежності до осі абсцис в подвійних логарифмічних координатах (Рисунок 2):

Відомо, що показник Херсту H пов'язаний із клітинною фрактальною розмірністю D простим співвідношенням:

$$H + D = 2.$$

І це ще один метод обчислення фрактальної розмірності для часового ряду через попереднє обчислення H .

В своїх дослідженнях Херст сформулював *емпіричний закон* [5], де запропонував формулу для оцінки величини H по значенню розмаху R/S :

$$H = \frac{\ln(R/S)}{\ln(n/2)}$$

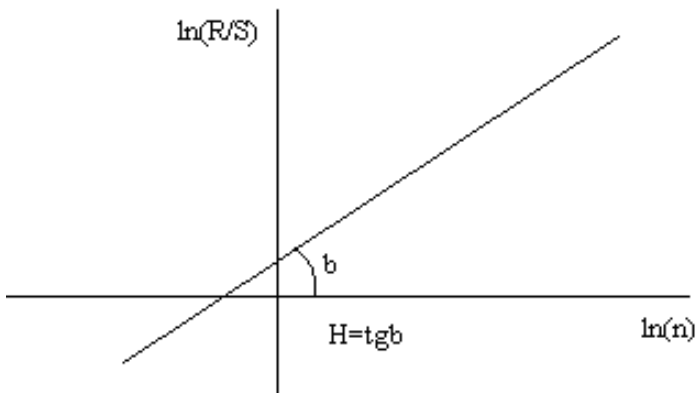


Рис. 2. Інтерпретація показника Херста

Тобто він припускав, що в співвідношенні $R/S = C \cdot n^H$ константа $C = \frac{1}{2}$. Пізніше Федер [7] показав, що цей емпіричний закон має схильність перебільшувати H , коли $H > 0.7$, і, навпаки, применшувати, коли $H < 0.4$. Однак для коротких рядів, де регресія неможлива, цей емпіричний закон можна використовувати як розумне наближення.

Класифікація рядів за значеннями показника Херста:

1) $0.5 < H \leq 1$ - таке значення вказує на те, що ряду притаманна персистентна властивість. Ряд характеризується **ефектами довгострокової пам'яті і має схильність дотримуватися трендів**. Якщо ряд зростає (спадає) в попередній період, то імовірно, що він буде зберігати таку тенденцію ще деякий час в майбутньому. Трендостійкість поведінки збільшується при наближенні H до одиниці. Персистентний часовий ряд - найбільш розповсюджений тип, що зустрічається в природі, а також в економіці, і на фондових ринках. Такий ряд називають **дрібним броунівським рухом** або **узагальненим броунівським рухом** або **фракталом**. Ринок, що демонструє таку динаміку, називають фрактальним.

2) $0 \leq H < 0.5$ - таке значення означає антиперсистентність, ряд міняє напрямок руху частіше, ніж випадковий ряд. Точки ряду - спостереження - залежні, кожне з них несе пам'ять про попередні події. Ринок нестійкий. Чим ближчі значення H до нуля, тим нестійкішою є динаміка цін (за підйомом слідує падіння та навпаки).

3) $H = 0.5$ - таке значення відповідає випадковому ряду. Спостереження випадкові і незалежні. Такий процес повністю позбавлений пам'яті і представляє собою систему випадкових блукань. Таке спостерігається, якщо ринок стагнірує, немає жодних рухів або вони циклічні з надто великою частотою коливань.

4) $H > 1$ - дуже рідке явище. Виникають незалежні скачки амплітуди, розподілені за Леві.

Слід зазначити високу цінність застосування технології ковзного вікна для розрахунку показника Херсту, що дозволяє відстежувати можливість існування в часовій послідовності як персистентних так і антиперсистентних ділянок. Аналіз динаміки локального коефіцієнта Херста може допомогти при інтерпретації суттєвих змін у динаміці системи.

АЛГОРИТМ R/S

На *вхід* алгоритму подається часовий ряд логарифмічних прибутковостей.

$$X = \{X(i) = \ln P(i) - \ln P(i-1)\}_{i=1}^N$$

Серія розбиттів* для певного набору масштабів часу $\{n_1 < n_2 < \dots < n_r\}$, де r – загальна кількість розбиттів. Зауважимо, що сегменти розбиття повинні бути не надто малими, тому $n_1 \geq 10$, але і не надто великими, тому $n_r \leq N/4$, інакше оцінка втрачає статистичну інформативність, оскільки кількість сегментів $K(n)$ стає дуже малою.

Розбиття на сегменти певного фіксованого масштабу n .

Спосіб розбиття. Сегменти суміжні, не перетинаються, однакової довжини n , відокремлюються послідовно з початку ряду, і нумеруються:

$$X_n^{(v)} = \{X^{(v)}(j) = X((v-1)n + j)\}_{j=1}^n = \{X(i)\}_{i=(v-1)n+1}^{vn}$$

v – номер сегменту. Може так трапитися, що в кінці залишиться фрагмент меншої довжини ніж n , його просто можна не враховувати, тоді загальна кількість сегментів –

$$\text{ціла частина } K(n) = \left\lfloor \frac{N}{n} \right\rfloor.$$

На кожному сегменті $\nu = 1, \dots, K(n)$ робимо наступне:

1. Розраховуємо на сегменті середнє значення

$$E_n^{(\nu)}(X) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X^{(\nu)}(i).$$

2. Нормалізуємо ряд відніманням середнього значення

$$\left\{ \overline{X^{(\nu)}}(i) = X^{(\nu)}(i) - E_n^{(\nu)}(X) \right\}_{i=1}^n.$$

3. Будуємо на сегменті ряд профілю накопичень

$$Y_n^{(\nu)} = \left\{ Y^{(\nu)}(i) = \sum_{j=1}^i \overline{X^{(\nu)}}(j) \right\}_{i=1}^n.$$

Ці три операції можна вважати *первиною обробкою* значень вхідного ряду логарифмічних прибутковостей.

Далі обчислюється значення необхідної величини «відстані» $F_n^{(\nu)}$

4. Розраховуємо для ряду логарифмічних прибутковостей середньоквадратичне відхилення від середнього значення

$$S_n^{(\nu)}(X) = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left[X^{(\nu)}(i) - E_n^{(\nu)}(X) \right]^2} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left[\overline{X^{(\nu)}}(i) \right]^2}.$$

5. Знаходимо для профілю

$$\max_{1 \leq i \leq n} Y_n^{(\nu)} = \max_{1 \leq i \leq n} Y^{(\nu)}(i), \quad \min_{1 \leq i \leq n} Y_n^{(\nu)} = \min_{1 \leq i \leq n} Y^{(\nu)}(i), \quad \text{і розмах:}$$

$$R_n^{(\nu)}(Y) = \max Y_n^{(\nu)} - \min Y_n^{(\nu)}$$

6. Розмах, нормуємо діленням на середньоквадратичне

$$\text{відхилення} \quad [R/S]_n^{(\nu)} = \frac{R_n^{(\nu)}(Y)}{S_n^{(\nu)}(X)}. \quad \text{Це значення буде}$$

аналогом відстані $F_n^{(\nu)}$.

Осереднюємо значення нормованого розмаху для розглядуваного масштабу n , просте середнє арифметичне по

всіх сегментах розбиття:
$$F_n = \frac{1}{K(n)} \sum_{\nu=1}^{K(n)} F_n^{(\nu)}.$$

Повторюючи розбиття і розрахунки середньої відстані F_n для всіх масштабів часу $n \in \{n_1, n_2, \dots, n_r\}$, отримуємо відповідний набір точок (n, F_n) . Будуємо ці точки, що відображають *емпіричну залежність* F_n від n , в подвійних логарифмічних координатах. По графіку необхідно візуально оцінити можливість адекватного наближення точок деякою прямою, що свідчитиме про справедливість степеневі залежності величини F_n від масштабу часу $F_n \sim n^H$. Тоді апроксимуємо точки графіку найближчою прямою, що визначається за допомогою МНК. Показник самоподібності $H_{[R/S]}$ знаходимо як тангенс кута нахилу цієї апроксимуючої прямої.

* **Серія розбиттів.** Наприклад, для послідовності з 200 даних можливі такі розбиття: перше – на двадцять сегментів довжини $n = 10$, друге – на десять з $n = 20$, третє – на п'ять з $n = 40$, четверте – на чотири з $n = 50$.

2. Метод перевірки V -статистики

Нажаль, R/S -аналіз чутливий до короткострокових залежностей. Ендрю Ло, професор МІТ, виявив цей факт і модифікував статистику таким чином, щоб її статистичні властивості залишалися інваріантними для широкого класу процесів з короткою пам'яттю, але змінювалися для процесів з довгою пам'яттю. Річ у тім, що дисперсія часткових сум не дорівнює сумі дисперсій окремих членів, вона повинна включати и автоковаріації. Відтак, оцінка повинна відображати не тільки суми квадратів відхилень, а й зважені автоковаріації до деякого лагу ρ . Тому Ендрю Ло запропонував замінити величину S в знаменнику R/S більш складною сумою [10]:

$$S_n^{(\rho)} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (X(j) - E_n(X))^2 + \Omega}$$

$$\Omega = \frac{2}{n} \sum_{j=1}^{\rho} \varpi_{\rho}(j) \left(\sum_{i=j+1}^n (X(i) - E_n(X))(X(i-j) - E_n(X)) \right)$$

$$\varpi_{\rho}(j) = 1 - \frac{j}{\rho + 1}, \rho < n.$$

Ваги $\varpi_\rho(j)$ забезпечують додатність $S_n^{(\rho)}$.

Однак занадто великі (у відношенні до n) значення ρ призводять до того, що властивості оцінок у скінченних вибірках будуть істотно відрізнятися від їх асимптотичної поведінки. Але брати занадто маленькі значення ρ теж не можна, так як автоковаріації за лагом ρ можуть виявитися важливими, і їх слід було б включити в зважену суму.

Дональд Ендрюс, професор Єльського Університету, ввів для вибору ρ правило, засноване на властивостях ряду вхідних даних [11]. В якості ρ беруть цілу частину числа

$$\rho_n = \left(\frac{3n}{2}\right)^{1/3} \left(\frac{2\theta}{1-\theta^2}\right)^{2/3},$$

де θ - оцінка коефіцієнта автокореляції першого порядку для ряду $\{X(j)\}_{j=1}^n$.

Далі розраховується статистика $V_n^{(\rho)} = \frac{R_n}{S_n^{(\rho)} \cdot \sqrt{n}}$

Асимптотичний розподіл стандартизованої статистики V_n збігається до розподілу випадкової величини V -розмаху броунівського мосту на одиничному інтервалі [5].

Класифікація ряду проводиться на основі перевірки статистичної гіпотези

H_0 - «досліджуваний ряд є випадковим». У таблиці 1 приведено інтервали, що відповідають області прийняття гіпотези H_0 . Гіпотеза H_0 приймається на відповідному рівні значимості, якщо статистика V_n попадає в якійсь із інтервалів таблиці. У протилежному випадку, можна вважати, що з імовірністю $1-\alpha$ має місце довгострокова залежність.

В роботі [12] зазначено, що описаний тест схильний приймати гіпотезу H_0 , якщо її насправді немає. Однак, у наукових дослідженнях, як правило, звертаються саме до цього тесту.

Таблиця 1. Область прийняття гіпотези H_0 для статистики V_n

Рівень значимості α	0,005	0,025	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4
Інтервал прийняття гіпотези	0,721 - 2,098	0,809 - 1,862	0,861 - 1,747	0,927 - 1,620	1,018 - 1,473	1,090 -1,374	1,157 -1,294

3. Стандартний метод аналізу флуктуацій (SAF)

Має декілька суттєвих відмінностей від R/S-аналізу. Порівнювати алгоритми зручно починаючи з внутрішнього етапу «розрахунків всередині сегментів», і послідовно піднімаючись на вищі етапи: конкретне розбиття для фіксованого масштабу, серія розбиттів для набору масштабів.

По-перше, в якості величини $F_n^{(v)}$, *аналогу відстані*, розглядатиметься не нормований розмах на сегменті, а зсув $F_n^{(v)} = (\text{close } Y_n^{(v)} - \text{open } Y_n^{(v)})$.

По-друге, операції первинної обробки значень вхідного ряду – нормування (віднімання середнього) і перетворення в профіль накопичень, винесені з внутрішнього етапу «розрахунків всередині сегментів», на зовнішній етап – і тому проводяться лише одного разу для всього ряду в цілому. Таке винесення на зовнішній рівень вносить певні відмінності, що ускладнює порівняння вихідних показників, але має ту перевагу, що значно пришвидшує розрахунки. Зауважимо, що коли визначається розмах на сегменті, то неважливо розраховується він для *загального* ряду профілю накопичень, або для *локального* - побудованого в межах цього ж сегменту. Так само це вірно і для значення зсуву на сегменті. Проте, для алгоритму R/S-аналізу в будь-якому випадку середньоквадратичне відхилення обчислюється для вхідного ряду локально – тобто на кожному сегменті окремо.

По-третє, на етапі розбиття для розглядуваного (фіксованого) масштабу, коли проводиться осереднення значень $F_n^{(v)}$ по всім сегментам v , в R/S-аналізі для нормованого розмаху береться середньоарифметичне, а в SAF для зсуву

середньоквадратичне. Очевидно, що розмах має завжди додатне значення, а зсув може бути будь-якого знаку, тому розглядати для зсуву середньоарифметичне не має сенсу, правильніше осереднювати абсолютне значення зсуву, і це легко врахувати обчисленням середньоквадратичного.

Також, на цьому ж етапі, в наведених алгоритмах відмінність буде і в способі розбиття на сегменти, щоб врахувати кінцевий фрагмент. Для порівнюванності вихідних показників на практиці можна зробити однакове розбиття за будь-яким з варіантів. Слід мати на увазі, що в першому випадку виконується умова ненакладання сегментів, проте ряд може бути не повністю покритим; в другому випадку – навпаки, ряд покривається повністю, тобто враховуються всі точки, але за способом розбиття зрозуміло, що сегменти першої групи перетинаються з сегментами другої групи. Так як в нашому дослідженні більш важливо врахувати всю інформацію закладену в повне вікно часового ряду, і навіть особливо в значення в кінці вікна, при практичних розрахунках застосовуємо для всіх алгоритмів другий спосіб розбиття.

Також, в алгоритмі R/S-аналізу на етапі серії розбиттів немає рекомендацій щодо обрання набору масштабів в загальному випадку. Це також можна робити кількома способами. Масштаб часу - розмір сегментів може збільшувати в рази з певним коефіцієнтом μ , а можна на деяку величину ε . Тоді автоматично в залежності від ширини вікна N буде визначатися r загальна кількість розбиттів (враховуючи обмеження $10 \leq n \leq N/4$). Можна навпаки задати кількість розбиттів r , і згідно з цим визначити значення параметру μ або ε . Отже, отримано 4 способи формування набору масштабів часу для серії розбиттів часової послідовності на сегменти.

АЛГОРИТМ SAF

На *вхід* алгоритму подається часовий ряд логарифмічних прибутковостей

$$X = \{X(i) = \ln P(i) - \ln P(i-1)\}_{i=1}^N.$$

Первинна обробка значень вхідного ряду (в цілому):

1. Розраховуємо середнє значення для всього ряду

$$E(X) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X(i).$$

2. Нормалізуємо ряд відніманням середнього значення

$$\{\bar{X}(i) = X(i) - E(X)\}_{i=1}^N.$$

3. Будуємо ряд профілю накопичень

$$Y = \left\{ Y(i) = \sum_{j=1}^i \bar{X}(j) \right\}_{i=1}^N.$$

Серія розбиттів для певного набору масштабів часу $\{n_1 < n_2 < \dots < n_r\}$, де r – загальна кількість розбиттів.

Розбиття на сегменти певного фіксованого масштабу n відбувається вже для ряду профілю. Змінюється і спосіб розбиття.

Перша група сегментів визначається послідовним відокремленням з початку ряду суміжних сегментів довжини n , що не перетинаються:

$$Y_n^{(v)} = \left\{ Y^{(v)}(j) = Y((v-1)n + j) \right\}_{j=1}^n = \left\{ Y(i) \right\}_{i=(v-1)n+1}^{vn},$$

де $v = \overline{1, \dots, k}$ – номер сегменту ($k = \left[\frac{N}{n} \right]$).

Щоб врахувати фрагмент меншої довжини ніж n , що залишиться в кінці, формується друга група сегментів – проводиться аналогічна процедура розбиття з кінця ряду, при цьому нумерація сегментів продовжується:

$$Y_n^{(v)} = \left\{ Y^{(v)}(j) = Y(N - (v-k)n + j) \right\}_{j=1}^n = \left\{ Y(i) \right\}_{i=N-(v-k)n+1}^{N-(v-k)n+n},$$

де номер сегменту $v = \overline{k+1, \dots, 2k}$.

Тоді загальна кількість сегментів – $K(n) = 2k = 2 \cdot \left[\frac{N}{n} \right]$.

На кожному сегменті $v = \overline{1, \dots, K(n)}$ окремо обчислюється значення необхідної величини «відстані» $F_n^{(v)}$. В даному випадку, в якості «відстані» визначено **зсув** на сегменті для профілю

$$F_n^{(v)} = \left(\text{close} Y_n^{(v)} - \text{open} Y_n^{(v)} \right).$$

Осереднюємо по всіх сегментах розбиття значення зсуву для розгляданого масштабу n , але, на відміну від попереднього алгоритму, це буде вже *середнє квадратичне*:

$$F_n = \sqrt{\frac{1}{K(n)} \sum_{v=1}^{K(n)} [F_n^{(v)}]^2}$$

Після виконання всієї серії розбиттів, робимо все аналогічно, як в попередньому алгоритмі:

Будуємо *емпіричну залежність* F_n від n , в подвійних логарифмічних координатах, апроксимуємо точки графіку найближчою прямою.

Показник самоподібності $H_{[SAF]}$ знаходимо як тангенс кута нахилу цієї апроксимуючої прямої.

4. Метод аналізу детрендованих флуктуацій (ADF)

Всі вищеописані методи мають істотне обмеження, вони показують адекватні результати тільки для *стаціонарних* рядів, проте багато ринкових процесів виявляються нестаціонарними. Цього недоліку позбавлений більш сучасний метод *аналізу детрендованих флуктуацій*. Він передбачає видалення локальних трендів на всіх сегментах.

Локальний тренд розуміється як апроксимуючий поліном деякого фіксованого порядку m . Для апроксимації використовуються лінійні, квадратичні, кубічні поліноми чи поліноми вищого порядку (традиційно називаються ADF1, ADF2, ADF 3 і т.д.). На рисунку 1 зображено локальні лінійний і кубічний тренди.

Наголосимо, що кожному значенню порядку полінома m відповідатиме окремий показник скейлінгу $H_{[ADF(m)]}$.

В даному методі, в якості показника F_n , *аналога відстані*, розглядається *середньоквадратичне відхилення* профілю від графіку побудованого тренду. Тобто при його обчисленні враховуються всі точки сегменту профілю, а не тільки дві точки сегменту, як для розмаху (точки максимального і мінімального значення) або зсуву (початкова і кінцева точки).

Алгоритм обчислення $H_{[ADF(m)]}$ майже повністю повторює попередній алгоритм SAF, і має відмінність тільки на внутрішньому етапі «розрахунків всередині сегментів».

Переваги ADF порівняно з іншими методами полягають в тому, що він виявляє **довгострокові** кореляції **нестационарних** часових рядів, а також дозволяє ігнорувати очевидні **випадкові кореляції**, що є наслідком нестационарності.

Порівняно із R/S-аналізом метод ADF дає більші можливості інтерпретації скейлінгового показника $H_{[ADF(m)]}$ і так класифікує ряди:

- 1) $H = 0.5$ також відповідає випадковому ряду;
- 2) при наявності лише **короткострокових кореляцій** H може відрізнятись від 0.5, проте має тенденцію прямувати до 0.5 при збільшенні розміру сегментів розбиття.
- 3) стабільне значення $0.5 < H \leq 1$ показує персистентні **довгочасові кореляції**;
- 4) стабільне значення $0 < H < 0.5$ означає антиперсистентний ряд;
- 5) для випадків $H > 1$, кореляції існують, проте перестають відображувати степеневу залежність.

АЛГОРИТМ ADF(m)

Вхід...

Первинна обробка...**

Серія розбиттів ...

Розбиття на сегменти певного фіксованого масштабу n ...

На кожному сегменті $v = 1, \dots, K(n)$ окремо робимо наступне:

1. Будуємо для профілю на сегменті **локальний тренд** – найближчий апроксимуючий поліном заданого порядку m (тільки для $m \leq n - 2$) – що знаходиться МНК. Позначимо його так:

$$[T(m)]_n^{(v)}(Y) = \left\{ Y^{(v)-TREND(m)}(j) \right\}_{j=1}^n$$

2. **Процедура детрендування** ряду профілю. Віднімаємо апроксимуючі значення полінома від реальних значень ряду:

$$[DT(m)]_n^{(v)}(Y) = \left\{ \bar{Y}(j) = Y^{(v)}(j) - Y^{(v)-TREND(m)}(j) \right\}_{j=1}^n$$

3. Обчислюємо в якості "відстані" *середньоквадратичне відхилення* профілю $Y_n^{(v)}$ від графіку побудованого локального тренду $[T(m)]_n^{(v)}(Y)$:

$$F_n^{(v)}(Y) = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n [Y^{(v)}(j) - Y^{(v)-TREND(m)}(j)]^2} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n [\bar{Y}(j)]^2}$$

$$\dots \quad F_n = \sqrt{\frac{1}{K(n)} \sum_{v=1}^{K(n)} [F_n^{(v)}]^2} \text{ - також } \textit{середньоквадратичне}.$$

...

Знаходимо показник самоподібності (скейлінгу) $H_{[ADF(m)]}$.

****Первинна обробка.** Зауважимо, що *процедура нормування* вхідного ряду не обов'язкова, адже поступове зростаюче відхилення ненормованого профілю від нормованого (відхиляється на відповідне накопичення середнього) може бути видалено лінійним трендом під час *процедури детрендування*.

Окрім можливості виявлення довгострокових кореляцій, метод аналізу детрендованих флуктуацій має ще одну важливу сферу застосування щодо виявлення прихованих закономірностей у вхідному ряді, яку можна отримати при комплексному застосуванні ADF різних порядків.

Оскільки, *процедура «детрендування»* (видалення локальних трендів) відбувається відніманням *апроксимуючих* значень полінома від *реальних* значень часового ряду, ADF різних порядків відповідно *відрізняються у своїх можливостях по вилученню тренду* в ряді. У ADF m (m -го порядку) вилучаються тренди профілю порядку m (або відповідно порядку $(m-1)$ для вхідного часового ряду). Таким чином порівняння результатів роботи ADF різних порядків використовується для *визначення типу тренду* у вхідному часовому ряді. Кожен тип тренду інтерпретується як виявлений певний вплив зовнішнього чинника на динаміку досліджуваного

процесу. Таким чином при ADF *вилучаються впливи можливих трендів* для масштабів, більших від розміру сегменту.

Так як стандартний SAF та різні види ADF мають різні детрендові властивості, їх композиція може використовуватись для знаходження типів наявних у ряді трендів, що не можуть бути визначені з використанням традиційних методів, таких як *спектральний аналіз*.

Стандартний ADF використовується для визначення монофрактальних скейлінгових властивостей і довгострокових кореляцій в *зашумлених нестационарних* часових рядах. Проте багато економічних систем не демонструють простої монофрактальної скейлінгової поведінки, що може бути визначена одним показником скейлінгу.

В деяких випадках на часових шкалах існує кросовер T^* , що відділяє моделі з різною поведінкою, найчастіше, це довгострокові кореляції на малих масштабах часу $t < T^*$ та кореляції іншого виду чи некорельована поведінка на більших масштабах $t > T^*$. Наприклад, подивившись на рисунок 3, можна зробити висновок про наявність точки кросоверу (зміни кута нахилу апроксимуючої прямої, вказана стрілкою). Ця точка свідчить про зміну фрактальності ряду на часових проміжках, більших ніж значення часової координати точки кросоверу.

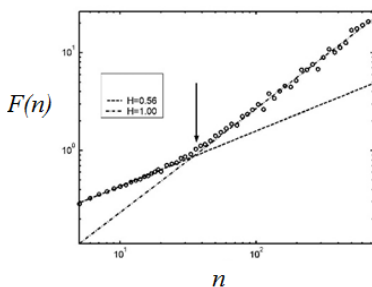


Рис. 3. Отримана методом ADF емпірична залежність, апроксимована двома прямими, що відображують зміну фрактальності часового ряду

Дослідження показують, що бувають ряди, які мають більш ніж одну точку кросоверу. Це говорить у загальному випадку про мультифрактальну природу економічних часових рядів,

Відмітимо, що одне розповсюджене порушення властивостей моно-фрактальності досліджуваного об'єкту, що вдалось помітити завдяки *технології ковзного вікна*: в багатьох реальних часових рядах скейлінгова поведінка змінюється для різних частин послідовності (вікон) та відповідно змінюється значення показників скейлінга.

Трапляються ще більш складні випадки, коли розглядаються накладені одна на одну множини із різною фрактальністю. Для таких випадків необхідно обчислювати набір показників скейлінга для повного опису поведінки об'єкта. Тоді застосовується мультифрактальний аналіз детрендованих флуктуацій.

Мультифрактальний аналіз

Концепція фрактальності застосовується у випадках, коли досліджуваний об'єкт володіє ознаками самоподібності і скейлінговою структурою. Узагальнююча *концепція мультифрактальності* полягає в тому, що наявна у ряді скейлінгова структура може бути ще більш складною – мультискейлінговою [6].

Мультифрактальний об'єкт інтерпретується як множина з *неоднорідною фрактальністю*, яку можна уявити, як накладення однорідних підмножин - простих фракталів. В якості об'єкту розглядають або деяку фізично просторову структуру (скейлінг за просторовими масштабами), або часовий ряд (скейлінг за часовими масштабами). Елементами інтерпретуючої множини будуть деякі частини розглядуваного об'єкту різних масштабів.

Сутність *мультифрактального аналізу* полягає саме в розкладанні такої множини в *набір підмножин*, що «відрізняються» одна від одної за деякою важливою ознакою та є «внутрішньо однорідними» за цією ознакою. Для вимірювання вибраної ознаки вводиться *міра*, яка буде кількісною оцінкою цієї *ознаки, що розрізняє*. Вибір ознаки і спосіб її *вимірювання для елементів множини* визначають суть того, як відбувається «розкладання мультифрактала на фрактали».

Отже для перевірки на мультифрактальність, необхідно здійснити *побудову інтерпретуючої множини* і якщо це

можливо її *розкладання*, тобто спочатку визначити її елементи і потім за значеннями міри ознаки розподілити їх до різних підмножин або зробити висновок, що множина є однорідною і не розкладається. Для цього досліджуваний об'єкт послідовно розглядається для кожного окремого характерного масштабу (дедалі дрібнішого), на цьому масштабі здійснюється розбиття об'єкту на частини відповідного розміру, і на цих частинах ознака оцінюється узагальнено.

В даному випадку досліджуваний об'єкт - часовий ряд, в якості відповідної множини розглядається множина всіх сегментів *всіх розбиттів* (тобто відповідно певному набору масштабів розбиття). Кожен сегмент є елементом множини, і представляє собою елементарну частинку при *певному масштабі розгляду* об'єкта - масштабі часу. В якості *ознаки* може бути обраний, наприклад, характер флуктуацій досліджуваного ряду на сегменті, і відповідно в якості *міри ознаки* треба ввести деяку функцію флуктуацій, що обчислюється по значенням ряду на сегменті, - це може бути або розмах, або зсув, середньоквадратичне відхилення від середнього значення на сегменті, або середньоквадратичне відхилення від тренду, тощо. Згідно з обраною мірою, на кожному окремому етапі розбиття часового ряду на сегменти, ці сегменти розподіляються до різних підмножин.

Спектр мультифрактальності $f(\alpha)$ представляє собою *спектр* (розподіл значень деякої величини) *фрактальних Хаусдорфових розмірностей* таких підмножин в досліджуваній множині [6]. Графічне зображення спектру мультифрактальності нагадує «перевернуту параболу» (Рисунок 4d).

Зрозуміло, що існують різні підходи до вибору *ознаки*, що *розрізняє*, і для кожного з них - безліч методик розрахунку спектру мультифрактальності, що відрізняються визначеннями міри ознаки та способами розбиттів.

5. Мультифрактальний метод аналізу детрендованих флуктуацій

Нагадаємо, що в нашому дослідженні на самоподібність досліджується часовий ряд профілю накопичень нормованих логарифмічних дохідностей. Розрахунок спектру мультифрактальності проводиться за методикою MF-DFA

(Мультифрактального Аналізу Детрендованих Флуктуацій), розробленою спеціально для часових рядів [13]. Можна зауважити, що в цій методиці в якості *ознаки*, за якою здійснюється розкладання мультифракталу, обраний **характер флуктуацій** (порівняно великі чи малі?) досліджуваного ряду, і відповідно в якості *міри ознаки* обрано значення *функції флуктуацій* на сегменті детренованого профілю – *середньоквадратичне відхилення* профілю від тренду.

Таким чином, цей метод узагальнює попередній метод аналізу детрендованих флуктуацій. Ідея застосувати мультифрактальний підхід до аналізу детрендованих флуктуацій заснована, на спостереженні того факту, що не всі сегменти *для певного фіксованого розбиття* матимуть приблизно однакові значення флуктуацій, практичні розрахунки показували, що для фіксованого масштабу максимальні і мінімальні значення флуктуацій можуть навіть дуже відрізнятись. Тому не завжди адекватно розглядати просто *середнє* по всім сегментам значення флуктуації *для певного масштабу часу*, як це робимо в попередньому методі аналізу детрендованих флуктуацій.

Може так виявитися, що різним типам сегментів (сегментам з великими флуктуаціями і сегментам з малими флуктуаціями) відповідатимуть різні показники скейлінгу H . Це і необхідно перевірити.

Щоб дослідити, які показники скейлінгу відповідають сукупності сегментів з максимальними (для певного масштабу часу) значеннями флуктуацій, а які сегментам з мінімальними значеннями, використовують набір *середніх з параметром деформації* q . Таким чином, що для кожного значення q методом ADF розраховується окремий показник скейлінгу $H_{[(q)-ADF(m)]}$.

$H(q)$ не залежить від q для *монофрактальної часової послідовності*. Монофрактальність означає стабільну скейлінгову поведінка відхилень $F_n^{(v)}$ на сегментах v різних типів (сегментах з великими флуктуаціями і сегментах з малими флуктуаціями) і процедура усереднення по q в результаті все одно дає однакові значення скейлінгового коефіцієнта для всіх сегментів послідовності. Або в ще більш тривіальному випадку,

коли флуктуації на сегментах певного масштабу мало відрізняються і не має сенсу їх поділяти на різні типи за принципом «відносно великі чи малі».

Буде помітною залежність $H(q)$ від q лише для мультифрактальних рядів, тобто у випадку, коли масштаби малих і великих флуктуацій помітно відрізняються і відхилення $F_n^{(v)}$ для різних типів сегментів демонструють різну скейлінгову поведінку. Тоді процедура усереднення по q дає різні значення показника скейлінгу H , при цьому важливо зауважити наступне:

- Для додатних значень q , сегменти v з великими відхиленнями від тренду $F_n^{(v)}$ будуть домінувати у середньому значенні $F_n^{[q]}$. Таким чином, для додатних значень q показник $H(q)$ описує скейлінгову поведінку сегментів із великими флуктуаціями. Зазвичай великі флуктуації характеризуються меншими показниками скейлінгу $H(q)$ (Рисунок 4b).
- Навпаки, для від'ємних значень q , сегменти v з малими відхиленнями від тренду $F_n^{(v)}$ будуть домінувати у середньому значенні $F_n^{[q]}$. Таким чином, для від'ємних значень q показник $H(q)$ описує скейлінгову поведінку сегментів з малими флуктуаціями, що зазвичай характеризуються більшими показниками скейлінгу $H(q)$ (Рисунок 4b).

Тобто для визначення наявності мультискейлінгу вхідного часового ряду розкладеного за ознакою характеру флуктуацій, достатньо встановити, що для різних q мають місце різні степеневі залежності функції флуктуацій (відхилень) від масштабу часу $F_n^{[q]} \sim n^{H(q)}$.

При дослідженні мультифрактальних властивостей самоподібності, окрім узагальненого показника самоподібності $H(q)$, також розглядаються показник $\tau(q)$ і мульти-

фрактальний спектр $f(\alpha)$ (див. АЛГОРИТМ MF-ADF і рисунок 4 с і d).

Тут зауважимо, що скейлінговий показник $\tau(q)$ пов'язаний із спектром узагальнених фрактальних розмірностей Реньї

$$D_q = \frac{\tau(q)}{q-1}.$$

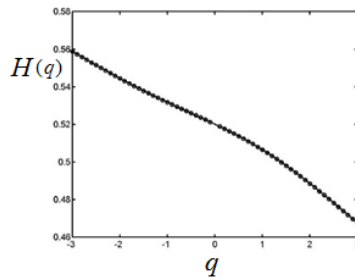
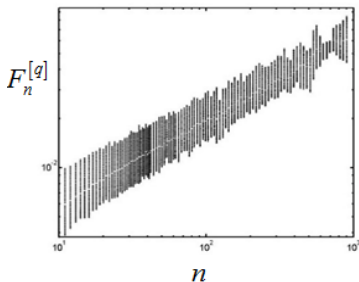
Класифікація рядів:

Постійне значення $H(q)$, лінійне зростання $\tau(q)$ і δ -подібна залежність $f(\alpha)$ відповідає монофрактальному часовому ряду.

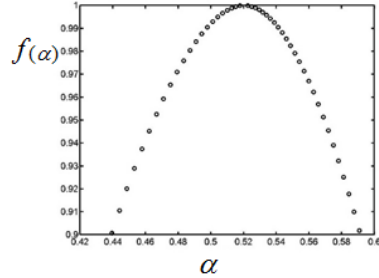
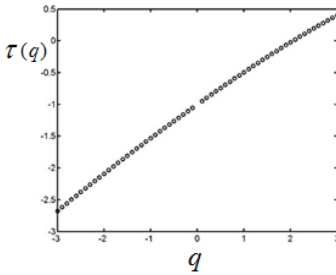
Спад функції $H(q)$, нелінійне зростання $\tau(q)$ і розмивання спектру $f(\alpha)$ означає перехід до мультифрактального ряду.

Відомо, що мультифрактальні властивості часових рядів обумовленні розкидом значень $F_n^{(v)}$ по різних сегментах і кореляціями їх розподілу для різних часових періодів n .

Отже при випадковій їх перестановці функція розподілу не змінює свого виду, тоді як часові кореляції порушуються. Тому, якщо перемішування призводить до часткового звуження мультифрактального спектру, то можна говорити, що часовий ряд корельований, а при переході до δ -подібного спектру $f(\alpha)$, що кореляції відсутні.



а) Розподіл залежності $F_n^{[q]}$ від ширини сегменту n ; б) Графік залежності $H(q)$;



с) Графік залежності $\tau(q)$; d) Спектр мультифрактальності.

Рис. 4. Мультифрактальний аналіз. Основні графіки залежностей.

АЛГОРИТМ MF-ADF(m)

Вхід...

Первинна обробка...

Дослідження ряду на мультифрактальність

Для певного набору*** додатних і від'ємних значень параметру деформації q ($q \neq 0$), проганяємо алгоритм ADF(m,q):

Серія розбиттів ...

Розбиття на сегменти певного фіксованого масштабу n

...

На кожному сегменті $\nu = 1, \dots, K(n)$

...

Обчислюємо **середньоквадратичне відхилення** профілю

$Y_n^{(\nu)}$ від графіку побудованого локального тренду

$[T(m)]_n^{(\nu)}(Y)$:

$$F_n^{(\nu)}(Y) = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n [Y^{(\nu)}(j) - Y^{(\nu)-TREND(m)}(j)]^2} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n [Y^{\square}(j)]^2}$$

Тільки осереднення по всім сегментам певного розбиття значення функції флуктуацій F_n проводимо, не як середньоквадратичне, а як q -середнє:

$$F_n^{[q]} = \left[\frac{1}{K(n)} \sum_{\nu=1}^{K(n)} [F_n^{(\nu)}]^q \right]^{1/q}$$

Це осереднення з параметром деформації q (q - фіксоване на цьому етапі)

Також можна обчислити ще одну флуктуаційну функцію

$$\Phi_n^{[q]} = \sum_{\nu=1}^{K(n)} [F_n^{(\nu)}]^q$$

Отримуємо відповідні два набори точок $(n, F_n^{[q]})$ і $(n, \Phi_n^{[q]})$.

Будуємо на графіку точки, що відображають *емпіричну залежність* $F_n^{[q]}$ від n , в подвійних логарифмічних координатах. Перевіряється чи відповідає така залежність степеневому закону $F_n^{[q]} \propto n^H$, тоді показник скейлінгу $H_{[ADF(m)]}^{[q]}$ знаходимо як тангенс кута нахилу апроксимуючої прямої.

Показник скейлінгу $\tau^{[q]}$ відповідає степеневій *залежності* $\Phi_n^{[q]} \sim n^\tau$. Обчислюється за формулою $\tau(q) = qH(q) - 1$ або аналогічно як тангенс кута нахилу прямої, апроксимуючої *емпіричну залежність* $\Phi_n^{[q]}$ від n . (q - фіксоване і на цьому етапі)

Коли алгоритм ADF(m,q) здійснено для всіх значень параметру деформації q маємо залежність $H(q)$ і $\tau(q)$. Будуємо графіки цих залежностей.

Через $\tau(q)$ обчислюється *спектр мультифрактальності* за допомогою перетворення Лежандра:

$$\begin{cases} \alpha = \tau'(q) \\ f(\alpha) = q\alpha - \tau(q) \end{cases}$$

На кінець будується *спектр мультифрактальності* як набір двовірних точок $\{(\alpha(q), f(\alpha, q))\}$ відповідно для кожного значення q . Зображення всіх цих точок в координатній площині $\{\alpha, f(\alpha)\}$ – це графік спектру, розрахованого для

поточного вікна часового ряду.

*** В наших дослідженнях, зазвичай всі розрахунки проводяться для q з сегмента $q \in [-3, 3]$ взятих с дискретизацією 0,1. Експериментально було встановлено, що розширення області значень q , результати не збагачує, а звуження зменшує вихідну інформацію.

Існування мультискейлінга у ряді індексу свідчить про використання композиції різних механізмів для формування значень ряду, що є ознакою складності системи фондового ринку. Мультифрактальний ADF дозволяє перевіряти наявність мультискейлінгу та оцінити його.

Ефективним вирішенням задачі виявлення прихованих закономірностей вважаємо застосування *повного комплексу* методів дослідження фрактальності динаміки індексів. Застосування перших чотирьох методів дозволяє отримати цілий набір показників самоподібності H (з різними аналогами відстані), що дає змогу досліднику зрозуміти з дещо різних точок зору скейлінговість часового ряду, і таким чином ці методи взаємодоповнюють інформацію про природу системи. Мультифрактальний аналіз взагалі дає якісно нову - більш глибоку інформацію. Мультифрактальний спектр суттєво розширює наше розуміння про динаміку системи. Таким чином, застосовуючи для аналізу цілий комплекс методів, для одного часового ряду можна отримати сукупність показників, що характеризують досліджуваній об'єкт з точки зору впливу зовнішніх подій на систему, яка описується цим рядом.

Здійснити розрахунки на комп'ютері фрактальних показників для часового ряду за допомогою вищевикладених методів, можна скориставшись, наприклад, інструментарієм, розробленим на кафедрі економічної кібернетики Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького, що є у вільному доступі на їх сайті [14,15,16].

Подивитись наші нові науково-практичні результати, отримані за допомогою застосування технології ковзного вікна для розрахунку фрактальних, мережевих і хаос-динамічних показників для часових рядів фондових індексів, можна в наших попередніх роботах [17,18,19,20].

Список використаної літератури

- 1.Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. / Б. Мандельброт / Пер. с англ. – Москва: Институт компьютерных исследований, 2002. – 656 с.
- 2.Мандельброт Б. Фракталы, случай и финансы. / Б. Мандельброт / Пер. с англ. – Москва-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2004. – 256 с.
- 3.Мандельброт Б., (Не)послушные рынки: фрактальная революция в финансах. / Б. Мандельброт, Р.Л. Хадсон / Пер. с англ. – Москва: Издательский дом "Вильямс", 2006. – 400 с.
- 4.Петерс Э. Хаос и порядок на рынках капитала. Новый аналитический взгляд на циклы, цены и изменчивость рынка. / Э. Петерс / Пер. с англ. – М.: Мир, 2000. – 333 с.
- 5.Петерс Э. Фрактальный анализ финансовых рынков: Применение теории хаоса в инвестициях и экономике. / Э. Петерс / Пер. с англ.– М.: Интернет-трейдинг, 2004. – 304 с.
- 6.Божокин С.В Фракталы и мультифракталы. / С.В. Божокин, Д.А. Паршин – Москва-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001. – 128 с.
- 7.Федер Е. Фракталы. / Е. Федер / Пер. с англ. – М.: Мир, 1991. – 254 с.
- 8.Чумак О.В. Энтропии и фракталы в анализе данных. / О.В. Чумак – Москва-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований,, 2011. – 164 с.
- 9.Hurst H.E. Long Term Storage Capacity of Reservoirs / H.E. Hurst // Transactions of the American Society of Civil of engineers. №116. 1951. – P. 770-799.
10. Lo A.W. Long Term Memory in Stock Market Prices / A.W. Lo // Econometrica. №59. 1991. – P. 1279-1313.
11. Andrews D. Non-Strong Mixing Autoregressive Process / D. Andrews // Journal of Probability. №21. 1984. – P. 930-934.
12. Teverlosky V. A critical look at Lo modified R/S statistic / V. Teverlosky, M.S. Taqqu, W. Willinger // Journal of Statistical Planning and Inference. №80. 1999. – P. 211-227.
13. Kantelhardt J.W. Multifractal Detrended Fluctuation Analysis of Nonstationary Time Series. / Jan W. Kantelhardt, Stephan A. Zschiegner, Eva Koscielny-Bunde, Armin Bunde, Shlomo Havlin

and H. Eugene Stanley. // arXiv:physics/0202070v1 [physics.data-an] 27 Feb 2002.

14. Дербенцев В.Д. Синергетичні та еконофізичні методи дослідження динамічних та структурних характеристик економічних систем. / В.Д. Дербенцев, О.А. Сердюк, В.М. Соловійов, О.Д. Шарапов // Монографія. Черкаси: Брама-Україна, 2010. – 287 с.

15. Соловійова В.В. Аналіз та моделювання динаміки фондового ринку України. / В.В. Соловійова // Автореферат дисертації на здобуття ступеня кандидата економічних наук: 08.03.02 – Київ. Нац. Екон. ун-т ім. В.Гетьмана. Київ, 2006.

16. Сайт кафедри економічної кібернетики ЧНУ імені Богдана Хмельницького // Режим доступу: <http://kafek.at.ua/>

17. Соловьёва В.В. Использование мультифракталов в анализе фондовых рынков / В.В. Соловьёва, А.Ш. Тулякова // Інформаційні технології та моделювання в економіці: на шляху до міждисциплінарності. Колективна монографія. Ред. Соловійов, – Черкаси: Брама-Україна, 2013. – с. 130-140.

18. Соловійов В.М. Методологія дослідження динамічної складності фондових ринків з використанням рекурентних мереж. / В.М. Соловійов, А.Ш. Тулякова // Проблеми моніторингу, моделювання та менеджменту емерджентної економіки., Колективна монографія. Ред. Соловійов, – Черкаси: Брама-Україна, 2013. – с. 91-111

19. Тулякова А.Ш. Мультифрактальное моделирование фондовых рынков. / А.Ш. Тулякова, М.П. Чайковская // Инновационное развитие РМ: национальные задачи и мировые тенденции Сборник научных трудов КГУ. – Молдова-Комрат: КГУ, 2013. – с. 624-629.

20. Тулякова А.Ш. Моніторинг трансформаційних процесів на сучасних фондових ринках. / А.Ш. Тулякова // Економічний вісник Національного технічного університету України «Київський Політехнічний Інститут». 2014. – Режим доступу: <http://economy.kpi.ua/>

1.4. FINANCIAL TIME SERIES PREDICTION WITH THE TECHNOLOGY OF COMPLEX MARKOV CHAINS

In this research the technology of complex Markov chains, i.e. Markov chains with a memory is applied to forecast financial time-series. The main distinction of complex or high-order Markov Chains [1] and simple first-order ones is the existing of aftereffect or memory. The high-order Markov chains can be simplified to first-order ones by generalizing the states in Markov chains. Considering the «generalized state» as the sequence of states makes a possibility to model high-order Markov chains like first-order ones. The adaptive method of defining the states is proposed, it is concerned with the statistic properties of price returns [2].

According to the fundamental principles of quantum measurement theories, the measurement procedure impacts not only on the result of the measurement, but also on the state of the measured system, and the behavior of this system in the future remains undefined, despite of the precision of the measurement. This statement, in our opinion, is general and is true not only for physical systems, but to any complex systems [3].

Nonlinear systems, in which future states depends on infinite past states are being analyzed. The analysis of above-mentioned systems is possible only in discrete and finite representation, and results of it will be initially and principally approximate, i.e. it contains endogenous uncertainty, which inherits from current system according to the quantum postulates.

With the chosen time discretization, the memory-based model can be described in the following way:

$$x(n+1) = f(x(n); x(n-1); x(n-2)...). \quad (1)$$

It's necessary to mention, that with the continuing time definition the dynamical behavior of the memory-based model is unable to be represented with some trajectory on the finite-dimensional phase space.

In order to quantify uncertainties in real complex socio-economical systems the probabilistic models are used. However, the usage of probabilistic models is based on the controversial hypotheses, so statistical interpretation of the results is not informative enough, and its results are not corresponding to the real systemic processes. In particular, the $1/f$ -noise problem [4] is widely

connected with the existence of long memory in complex systems. From the statistic's point of view it means the absence of the mean value in time series as a limit, when the time window approaches infinity, for any processes in complex systems. So such processes cannot be statistically explained [2].

Modern conceptions in complex system's modeling

The new approaches in complex system's dynamics simulation and prediction are based on the usage of determined chaos and neural-networks technologies [5-7]. The exploration and realization became possible only with appearance of powerful modern computers. The common feature of these technologies is a usage of recurrent computational process:

$$x_{n+1} = f_n(f_{n-1}(\dots(f_1(x_1)\dots))), n = 1, 2, \dots, \quad (2)$$

where $f_i(x_i)$ is nonlinear mapping for vector x_i , i is a discrete or real or modeled time. To identify the model (2) means to define parameters of nonlinear function $f_i(x_i)$, the distinctions between determined chaos and neural networks models connected with the type of the function and parameter estimation methods. Convergence of the process (2) in general is not required. In general case a function can take either single-moment vector component's values x_i , or dynamics it's changes in time.

It is possible to convert a particular model (1) to the type of more general model (2) with the help of lag variables addition into the model (1).

Both deterministic (described by integro-differential equations) and stochastic processes (complex Markov chains [1] belongs to it), can be reviewed as particular cases of the determined chaos models of type (2). With time discretization Δt approaches zero, if such a limit exists, the model converges to classical integro-differential equations. With finite Δt it is models with discrete time, which can generate future value's sets in corresponding phase space, also including a lag variables. These sets can be either measurable (discrete or continuous) sets, that accept probabilistic interpretation, or immeasurable sets – fractals [8], for which such an interpretation is in principle unacceptable.

The prominent examples for determined chaos models, acceptable for probabilistic interpretation, are different pseudo random-number generators, which are widely used in simulation

modeling. It's necessary to mention, that no exact procedures exist, which can differ «real» random sequence from pseudo-random one. Indeed, any finite «random» sequence definitionally is not random because of its finiteness, and any «non-random» finite sequence may be regarded as one of the possible, but very rare, subsets from real infinite random sequence.

Discrete Markov process $X(t)$ of order $r \geq 1$ with discrete time t , (the Complex Markov Chain of order $r \geq 1$), is defined as conditional probability [1]:

$$p(x_s, t_s / x_{s-r}; \dots, x_{s-1}, t_{s-1}) = p(x_s, t_s / x_1, t_1; \dots, x_{s-1}, t_{s-1}). \quad (3)$$

This condition should be fulfilled for any discrete moments of time $t_1 < t_2 < \dots < t_r < t_s$. (the tuple (x_i, t_i) is considered as a state $(X(t_i) = x_i)$). Both simple Markov chain ($r = 1$), and Complex Markov Chain ($r > 1$) is defined by the distribution of transition probabilities $p(x_s, t_s / x_{s-r}; \dots, x_{s-1}, t_{s-1})$ (the conditional probability). This distribution depends on r last states and the distribution of r -th state (unconditional probability):

$$p(x_{s-r} \dots, x_{s-1}, t_{s-1}) = P\{(X(t_{s-r}) = x_{s-r}), \dots, (X(t_{s-1}) = x_{s-1})\} \quad (4)$$

(time moments t_1, t_2, \dots, t_s are regarded as discrete integer parameters).

The main distinction of complex high-order Markov chains from simply first order ones is the existence of the aftereffect (memory), because the future state of the system (x_p, t_p) depends not only on the current state (x_q, t_q) (simple Markov chain), but also on sequence of $r - 1$ past states $(x_{q-r+1}, t_{q-r+1}; \dots, x_{q-1}, t_{q-1})$, $t_{q-r+1} < \dots < t_{q-1} < t_q < t_p$ in the complex Markov chain. We can simplify the complex Markov chains of order r to simple ones (of order $r = 1$) by generalizing the state of the system. We consider the «general state» as the sequence of r past states [2].

The technology, which is proposed in the current work, is similar to neural-networks and is based on the following terms:

1. The process has an aftereffect and is generated by some «hidden» model of determined chaos. Classical random and determined processes are regarded as partial cases of more general model.

2. Input data for a model of prediction is only the discrete points of researched value of the system. The time interval of the discretization is constant. This data definitionally is finite and therefore is restricted.

3. We use the quantized discrete relative differential of the input time series. This differentials are counted with certain time steps, that is congruous to the input time-series discretization time interval (The input discretization time interval is considers a unity time interval).

4. The conditional probabilities of the one-step transitions are counted, considering the Markov chain is stationary at the given time-series.

5. We take the difference with the maximum likelihood at the each step as a prediction, and at the next step we consider this probability equals to unity (process is considered as determined one).

6. The optimal choice of hierarchy of time discretizations and the parameters for each discretization time interval (Markov chains order, or memory length, the number and the characteristics of states in the Markov chain) is evaluated with the genetic and learning approach, similarly to neural-networks technologies.

The terms 1-6 should be regarded as conditions, we can prove it only in the set of the experimental researches. Really this postulates a new procedure of indirect measurement, which is based on the current discretized input time-series, the result of this measurement is the prediction as the one of the possible scenarios of the system behavior in the future (the sequence or the vector of predicted time series).

Conceptually this approach may be proved by some analogy with the properties and dynamic and behavior of the quantum-mechanical systems.

The prediction algorithm

The prediction algorithm consists of the following steps.

1. Evaluation the set of time discretization intervals ($t_{\min} \leq t \leq t_{\max}$), relating to the hierarchy of time steps $\Delta t = 1, 2, 4, 8, 16, 32 \dots \Delta t_{\max}$, $\Delta t_{\max} = 2^k$, or more complex hierarchies.

2. Chose the number of quantized levels s for the differences (i.e. the number of elementary states for Markov Chains) and coding (discretizing) the differences for every Δt , optimizing the distribution between the states to be uniform.

3. For every discretization time interval Δt and number of quantized states s we estimate the transition probabilities between the states for Markov chains of order $r = 1, 2, 3, 4, \dots$ and evaluation of transition probability matrices.

4. Doing a prediction for triple $(\Delta t, r, s)$ and for the last state t_{beg} , $t_{\text{beg}} \leq t_{\text{max}} - \Delta t$ using the state with maximum probability at each step.

5. Recurrent conjunction of prediction series of different discretization time intervals Δt in a single time-series.

6. Estimate the optimal parameter values s and r for every Δt .

7. Doing a final prediction using above-mentioned procedures and optimal parameters s and r , estimated at step 6.

8. Conjunction of resulting time-series with a zero order Markov Chain series. We consider linear trend with \sin^2 as the zero-order series (the function $y = ax + b + \sum_{i=1}^b (c_i \sin(d_i + e_i))$). The

coefficients of this function are estimated by nonlinear least squares method.

Experimental results and algorithm testing

Based on above-mentioned algorithm, the computer program is created in Matlab environment. Parameters of Complex Markov Chains were automatically estimated through experiments on learning data set. The discretization time step hierarchies $\{\Delta t_i\}$ of two types are used. The simple one is similar to discrete Fourier transform and is a set of $\Delta t_i = 2^i$ and the complex one is a natural

number's powers productions $\Delta t_i = \prod_{i=1}^n p_i^{s_i}$ and has more wide net

of time steps. The time discretizations hierarchy gives a possibility to review long-memory properties of the series without increasing the order of the Markov chains, to make prediction on the different frequencies of the series.

The algorithm was tested on the following time series:

1) on regular dependences of type:

$$x_n = a \sin(bn) \exp(-dn) + c; \quad n=1, 2, \dots \quad (5)$$

(discrete \sin oscillations with different frequencies, time discretizations, with exponential fade out and without it);

2) on time series, generated by discrete model «predator-prey»:

$$\begin{cases} x_{n+1} = x_n (1 + \alpha(1 - x_n - y_n)) \\ y_{n+1} = y_n (1 - \gamma + \beta x_n) \end{cases} \quad (6)$$

with parameter values $\alpha=3,55$; $\beta=2,1623$; $\gamma=0,8$, which causes likely chaotic regime;

3) on real financial time series including EUR/USD Forex course, the World's stock's indices, including Dow Jones, S&P 500, DAX, FTSE, RTS, PFTS and others.

The results of experiments and its analysis give possibilities to make the following conclusions.

1) Replacing the initial time series with its first value and a quantized differences sequence (straight procedure) causes losses in precision because of quantification errors and its cumulating while difference summarizing in inverse transformation procedure. However surplus data representation with time discretization hierarchy and inverse transform procedure can essentially reduce quantification errors. For sine (and all periodical) oscillations the reasons of errors are discretization time step's incoherence with oscillation periods Δt , which causes «pulsation» effects.

2) The prediction quality increases with Markov chain's order r , however while learning set's length is limited, the quality growth is also limited. It is probably caused:

- by reducing the number of chains, for every transition probability and increasing a correlation between them (what is equivalent of it's number reducing because of averaging procedure);

- by chain identification of error number increasing, because of definitely approximate character of state quantification and chain's identification.

3) It's possible to generate two or more possible scenarios, while probability distribution has two similar mode values. The corresponding fork points at the predicted curve can be regarded as possible process bifurcation points.

4) For «predator-prey» models a prediction with Markov chain's order $r = 2$ causes better quality, than a prediction with $r = 3$ (Fig.), what can be explained by model's simplicity and absence of «long» memory (value of x_{n+1} is determined by the values x_n and x_{n-1}). In this case increasing of r does not cause prediction quality to increase, but it can cause the influence of negative factors, described in 2).

Conclusion.

The new prediction technology, similar to neural-network ones is proposed for complex financial system's simulation. The algorithm and its program realization was developed and tested on artificial and real time series. The prediction results for stock indices

S&P 500, DAX, FTSE are reviewed. The results demonstrate the algorithm's ability to predict financial time series and prospect of further researches in the proposed field.

References

1. Tikhonov V.I., Mironov V.A. Markov processes. - Moscow.: Soviet Radio, 1977. - 488 p.
2. Sapsin V., *Experience of application genetically complex Markov chains for neural networks technology prediction*, Visnyk Krivoriz'kogo ekonomichnogo institutu KNEU, Kriviy Rig, **2(18)**, 56-66 (2009).
3. Sapsin V., Soloviev V. Relativistic quantum econophysics – new paradigms in complex systems modeling // arXiv:physics/0907.1142 [physics.soc-ph], 7 Jul 2009.
4. Bookinham M. Noizes in electronic devices and systems. - Moscow., Mir, 1986.
5. Wasserman P. D., *Neural computing: theory and practice* (Van Nostrand Reinhold, New York, 1989).
6. Surovcev I. S., Klyukin V. I. and Pivovarova R. P., *Neural networks* (VGU, Voronezh, 1994) [in Russian].
7. Ezhov A. A. and Shumskiy S. A., *Neurocomputing and his applications in an economy and business* (MIFI, Moscow, 1998) [in Russian].
8. Mandelbrot B., *The fractal geometry of nature* (Freeman, San Francisco, 1982).
9. Rabiner R L (1989), A Tutorial on Hidden Markov Models and Selected Applications in Speech Recognition, Proceedings of the IEEE, Vol. 77(2), pp. 257-286.
10. Weigend A. S., Gershenfeld N.A. Time Series Prediction: Forecasting the Future and Understanding the past. Addison-Wesley, 1993.
11. Zhang Y. «Prediction of Financial Time Series with Hidden Markov Models», in School of Computer Science, vol. Master of Applied Science: Simon Fraser University, 2004
12. Soloviev V., Sapsin V. and Chabanenko D. *Prediction of financial time series with the technology of high-order Markov chains*, Working Group on Physics of Socio-economic Systems (AGSOE).-Dresden, 2009, URL <http://www.dpg-verhandlungen.de/2009/dresden/agsoe.pdf> Appendix.

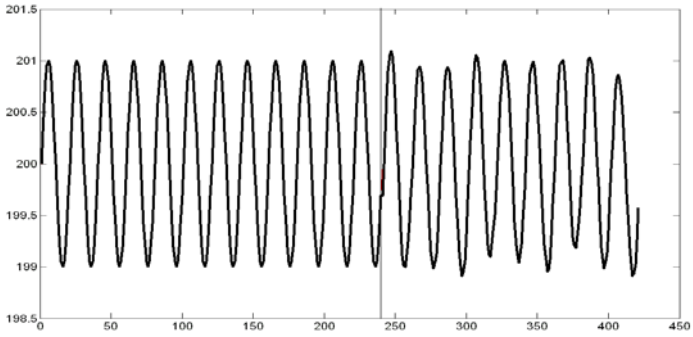


Fig. 1. Prediction of a function $y=\sin\left(\frac{2\pi}{20}t\right)$ with parameters $k=5$,

$s=9$

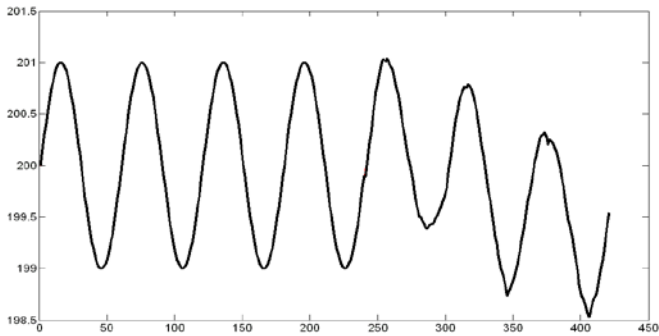


Fig. 2. Prediction of $y=\sin\left(\frac{2\pi}{60}t\right)$ with parameters $k=2$, $s=9$

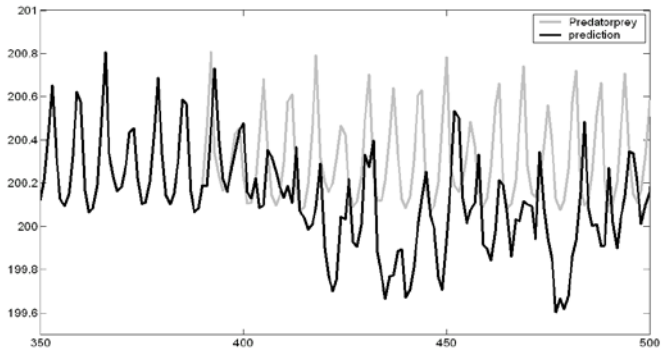


Fig. 3. Prediction of the series from «Predator-Prey» model, $s=5$

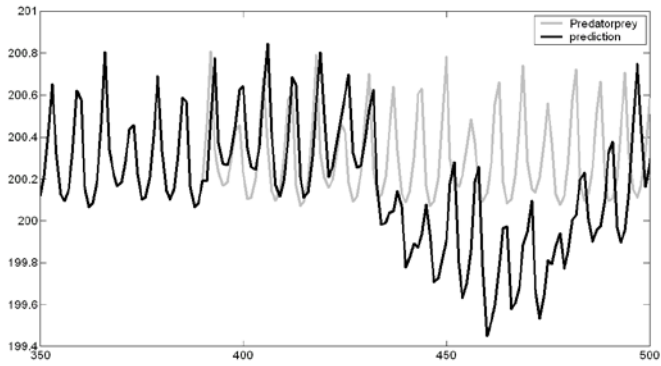


Fig. 4. Prediction of the series from «Predator-Prey» model, $s=\sqrt{\Delta t}$

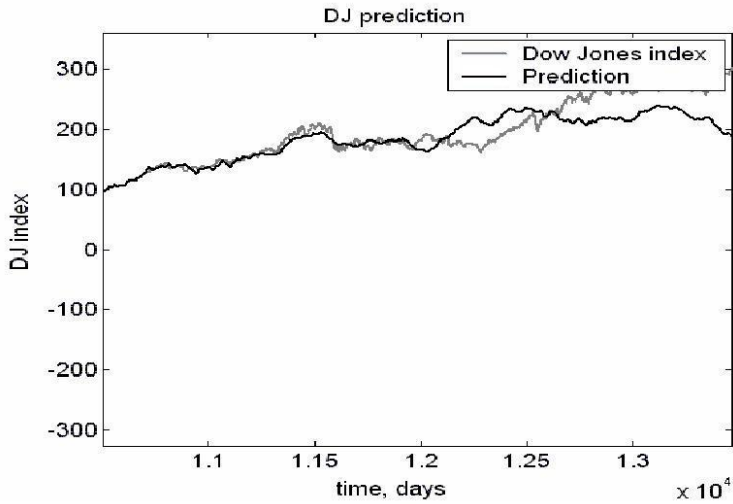


Fig 5. Prediction of Dow Jones index (1940-1953)

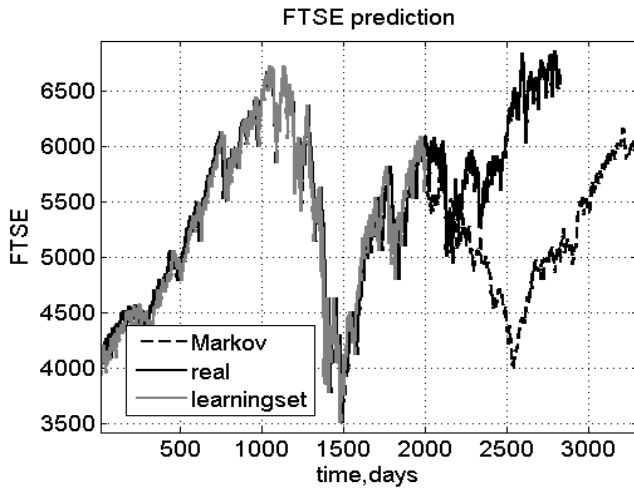


Fig 6. Prediction of index FTSE (Great Britain). March 24, 2011

1.5. HEISENBERG UNCERTAINTY PRINCIPLE AND ECONOMIC ANALOGUES OF BASIC PHYSICAL QUANTITIES

Annotation. From positions, attained by modern theoretical physics in understanding of the universe bases, the methodological and philosophical analysis of fundamental physical concepts and their formal and informal connections with the real economic measurings is carried out. Procedures for heterogeneous economic time determination, normalized economic coordinates and economic mass are offered, based on the analysis of time series, the concept of economic Plank's constant has been proposed. The theory has been approved on the real economic dynamic's time series, including stock indices, Forex and spot prices, the achieved results are open for discussion.

Keywords: *quantum econophysics, uncertainty principle, economic dynamics time series, economic time.*

1. Introduction

The instability of global financial systems depending on ordinary and natural disturbances in modern markets and highly undesirable financial crises are the evidence of methodological crisis in modelling, predicting and interpretation of current socio-economic conditions.

In papers [1-2] we have suggested a new paradigm of complex systems modelling based on the ideas of quantum as well as relativistic mechanics. It has been revealed that the use of quantum-mechanical analogies (such as the uncertainty principle, notion of the operator, and quantum measurement interpretation) can be applied to describing socio-economic processes.

It is worth noting that quantum analogies in economy need to be considered as the subject of new inter-disciplinary direction – quantum econophysics (e.g. [3-5]), which, despite being relatively young, has already become a part of classical econophysics [6-7]. However significant differences between physical and socio-economical phenomena, diversity and complexity of mathematical toolset as well as lack of deep understanding of quantum ideology among the scientists, working at the joint of different fields require a special approach and attention while using quantum econophysical analogies.

Our aim is to conduct methodological and philosophical analysis of fundamental physical notions and constants, such as time, space and spatial coordinates, mass, Planck's constant, light velocity from the point of view of modern theoretical physics, and search of adequate and useful analogues in socio-economic phenomena and processes.

2. About nature and interrelations of basic physical notions

Time, distance and mass are normally considered to be initial, main or basic physical notions, that are not strictly defined. It is thought that they can be matched with certain numerical values. In this case other physical values, e.g. speed, acceleration, pulse, force, energy, electrical charge, current etc. can be conveyed and defined with the help of the three above-listed ones via appropriate physical laws.

Let us emphasize that none of the modern physical theories, including relativistic and quantum physics, can exist without basic notions. Nevertheless, we would like to draw attention to the following aspects.

As Einstein has shown in his relativity theory, presence of heterogeneous masses leads to the distortion of 4-dimensional time-space in which our world exists. As a result Cartesian coordinates of the 4-dimensional Minkowski space (x, y, z, ict) , including three ordinary Cartesian coordinates (x, y, z) and the fourth formally introduced time-coordinate ict ($i = \sqrt{-1}$ - imaginary unit, c - speed of light in vacuum, t - time), become curvilinear [33,34].

It is also possible to approach the interpretation of Einstein's theory from other point of view, considering that the observed heterogeneous mass distribution is the consequence of really existing curvilinear coordinates (x, y, z, ict) . Then the existence of masses in our world becomes the consequence of geometrical factors (presence of time-space and its curvature) and can be described in geometrical terms.

If we step away from global macro-phenomena that are described by the general relativity theory, and move to micro-world, where laws of quantum physics operate, we come to the same conclusion about the priority of time-space coordinates in the definition of all other physical values, mass included.

To demonstrate it, let us use the known Heisenberg's uncertainty ratio which is the fundamental consequence of non-relativistic quantum mechanics axioms and appears to be (e.g. [2]):

$$\Delta x \cdot \Delta v \geq \frac{\hbar}{2m_0}, \quad (1)$$

where Δx and Δv are mean square deviations of x coordinate and velocity v corresponding to the particle with (rest) mass m_0 , \hbar - Planck's constant. Considering values Δx и Δv to be measurable when their product reaches its minimum, we derive (from (1)):

$$m_0 = \frac{\hbar}{2 \cdot \Delta x \cdot \Delta v}, \quad (2)$$

i.e. mass of the particle is conveyed via uncertainties of its coordinate and velocity – time derivative of the same coordinate.

Nowadays, scientists from different fields occupy themselves with the investigation of structure and other fundamental properties of spacetime from physical, methodological, psychological, philosophical and other points of view. However, theoretical physics [35,36], including its most advanced and developing spheres (e.g. string theory [36,37]) is expected to show the most significant progress in understanding the subject, though there is no single concept so far [35-41].

Within fundamental physical science we can mark out two investigational directions: 1) receipt of quantitative patterns, possible to verify experimentally or empirically and 2) interpretation of existing theories or development of new theories, that allow accurate and laconic (involving as little as possible mathematical notions and formalisms) interpretation of basic physical facts. The second direction is especially important when speaking of transferring physical notions and mathematical formalisms into other spheres, e.g. economics.

Not claiming to be exhaustive, aiming to make the audience (professional economists included) as wide as possible, we will confine ourselves to the examination of the most typical and clear examples.

According to the concept, having been developed for the last couple of decades by the Moscow school of theoretical physicists (headed by Y. Vladimirov), space, time, and four fundamental physical interactions (gravitational, electromagnetic, strong and

weak) are secondary notions. They share common origins and are generated by the so-called world matrix which has special structure and peculiar symmetrical properties. Its elements are complex numbers which have double transitions in some abstract pre-space.

At the same time, physical properties of spacetime in this very point are defined by the nonlocal («immediate») interaction of this point with its close and distant neighbourhood, and acquire statistical nature. In other words, according to Vladimirov's concept, the observed space coordinates and time have statistical nature.

It is worth noting that similar ideas as of interpreting quantum mechanics, different from those of the Copenhagen school were proclaimed by John Cramer [35] (Transactional interpretation of quantum mechanics).

In our opinion the afore-mentioned conception of nonlocal statistical origin of time and space coordinates can be qualitatively illustrated on the assumptions of quantum-mechanical uncertainty principle using known ratios (e.g. [2]:)

$$\Delta p \cdot \Delta x \sim \hbar ; \quad (3)$$

$$\Delta E \cdot \Delta t \sim \hbar ; \quad (4)$$

$$\Delta p \cdot \Delta t \sim \frac{\hbar}{c} . \quad (5)$$

Interpreting values $\Delta E, \Delta p, \Delta x, \Delta t$ as uncertainties of particle's energy E , its pulse p , coordinate x and time localization t (the latter ratio relates to the relativistic case $E = pc$, and is formally derived from the ratio (4), if $\Delta E = \Delta p \cdot c$, and takes into account maximum speed c limitations in an explicit form), let us conduct the following reasoning.

While $\Delta x \rightarrow 0$ uncertainty of pulse, and thus particle energy, uncertainty, formally becomes as big as possible, which can be provided only by its significant and nonlocal energetical interaction with the rest of the neighbourhood (3). On the other side, while $\Delta p \rightarrow 0$ the particle gets smeared along the whole space (according to (3) $\Delta x \rightarrow \infty$), i.e. becomes delocalized. It might be supposed that the fact of «delocalized» state of the particle takes place in any other, not necessarily marginal Δx and Δp value ratios.

Similar results can be acquired while analyzing ratios (4,5), and for temporary localization Δt .

Vladimirov's concept probably becomes more graphic (at least for those, who are familiar with the basics of the band theory), if one remembers that so-called «electrons» and «holes» are considered to be really existing charge bearers in semiconductors. These «particles» have negative and positive charge respectively, accurate to the decimal place, which corresponds to the charge of a free electron, and are characterised by effective masses m_e and m_h , different from the mass of a free electron (generally m_e and m_h can also be tensor values). However, in reality, these particles are virtual results of the whole semiconductor crystal – so-called quasi-particles – and don't exist beyond its bounds.

Drawing the analogy with crystal it can be supposed that all structural formations of our Universes are such «quasi-particles», caused by nonlocal interaction and non-existent beyond its spacetime bounds.

In conclusion we would like to note that the concept of nonlocal interaction is quite capable of giving the logical explanation to the empirical fact of indistinguishability and identity of all microparticles of this kind, which always takes place during the observation (identification) regardless of spacetime localization of this very observation.

Dynamical peculiarities of economic measurements, economical analog of Heisenberg's uncertainty ratio. Main physical laws are normally distinguished with the presence of constants, that have been staying unchanged for the past $\sim 10^{11}$ years (the age of our Universe since so-called «big bang»- the most widespread hypothesis of its origin). Gravitational constant, speed of light in vacuum, Planck's constant are among the above-listed.

Speaking of economic laws, based on the results of both physical (e.g. quantities of material resources) and economical (e.g. their value) dynamic measurements, the situation will appear to be somewhat different. Adequacy of the formalisms used for mathematical descriptions has to be constantly checked and corrected if necessary. The reason is that measurements always imply a comparison with something, considered to be a model, while there are no constant standards in economics (they change not only quantitatively, but also qualitatively – new standards and models appear). Thus, economic measurements are fundamentally relative,

are local in time, space and other socio-economic coordinates, and can be carried out via consequent and/or parallel comparisons «here and now», «here and there», «yesterday and today», «a year ago and now» etc.

Due to these reasons constant monitoring, analysis, and time series prediction (time series imply data derived from the dynamics of stock indices, exchange rates, spot prices and other socio-economic indicators) becomes relevant for evaluation of the state, tendencies, and perspectives of global, regional, and national economies.

Let us proceed to the description of structural elements of our work and building of the model.

Suppose there is a set of M time series, each of N samples, that correspond to the single distance T , with an equal minimal time step Δt_{\min} :

$$X_i(t_n), \quad t_n = \Delta t_{\min} n; \quad n = 0, 1, 2, \dots, N-1; \quad i = 1, 2, \dots, M. \quad (6)$$

To bring all series to the unified and non-dimensional representation, accurate to the additive constant, we normalize them, having taken a natural logarithm of each term of the series:

$$x_i(t_n) = \ln X_i(t_n), \quad t_n = \Delta t_{\min} n; \quad n = 0, 1, 2, \dots, N-1; \quad i = 1, 2, \dots, M. \quad (7)$$

Let us consider that every new series $x_i(t_n)$ is a one-dimensional trajectory of a certain fictitious or abstract particle numbered i , while its coordinate is registered after every time span Δt_{\min} , and evaluate mean square deviations of its coordinate and speed in some time window ΔT :

$$\Delta T = \Delta N \cdot \Delta t_{\min} = \Delta N, \quad 1 \ll \Delta N \ll N. \quad (8)$$

The «immediate» speed of i particle at the moment t_n is defined by the ratio:

$$v_i(t_n) = \frac{x_i(t_{n+1}) - x_i(t_n)}{\Delta t_{\min}} = \frac{1}{\Delta t_{\min}} \ln \frac{X_i(t_{n+1})}{X_i(t_n)}, \quad (9)$$

its variance D_{v_i} :

$$D_{v_i} = \frac{1}{(\Delta t_{\min})^2} \left(\left\langle \ln^2 \frac{X_i(t_{n+1})}{X_i(t_n)} \right\rangle_{n, \Delta N} - \left(\left\langle \ln \frac{X_i(t_{n+1})}{X_i(t_n)} \right\rangle_{n, \Delta N} \right)^2 \right), \quad (10)$$

and mean square deviation Δv_i :

$$\Delta v_i = \sqrt{D_{v_i}} = \frac{1}{(\Delta t_{\min})} \left(\left\langle \ln^2 \frac{X_i(t_{n+1})}{X_i(t_n)} \right\rangle_{n,\Delta N} - \left(\left\langle \ln \frac{X_i(t_{n+1})}{X_i(t_n)} \right\rangle_{n,\Delta N} \right)^2 \right)^{\frac{1}{2}}, \quad (11)$$

where $\langle \dots \rangle_{n,\Delta N}$ means averaging on the time window of $\Delta T = \Delta N \cdot \Delta t_{\min}$ length. Calculated according to (11) value of Δv_i has to be ascribed to the time, corresponding with the middle of the averaging interval ΔT .

To evaluate dispersion D_{x_i} coordinates of the i particle are used in an approximated ratio:

$$2D_{x_i} \approx D_{\Delta x_i}, \quad (12)$$

where

$$\begin{aligned} D_{\Delta x_i} &= \langle (x_i(t_{n+1}) - x_i(t_n))^2 \rangle_{n,\Delta N} - \left(\langle x_i(t_{n+1}) - x_i(t_n) \rangle_{n,\Delta N} \right)^2 = \\ &= \left\langle \ln^2 \frac{X_i(t_{n+1})}{X_i(t_n)} \right\rangle_{n,\Delta N} - \left(\left\langle \ln \frac{X_i(t_{n+1})}{X_i(t_n)} \right\rangle_{n,\Delta N} \right)^2, \end{aligned} \quad (13)$$

which is derived from the supposition that x coordinates neighbouring subject to the time of deviation from the average value \bar{x} are weakly correlated:

$$\langle (x_i(t_n) - \bar{x})(x_{i+1}(t_n) - \bar{x}) \rangle_{n,\Delta N} \approx 0. \quad (14)$$

Thus, taking into account (12) and (13) we get:

$$\Delta x_i = \sqrt{\frac{D_{\Delta x_i}}{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \left(\left\langle \ln^2 \frac{X_i(t_{n+1})}{X_i(t_n)} \right\rangle_{n,\Delta N} - \left(\left\langle \ln \frac{X_i(t_{n+1})}{X_i(t_n)} \right\rangle_{n,\Delta N} \right)^2 \right)^{\frac{1}{2}}. \quad (15)$$

Pay attention that it was not necessary for us to prove the connection (12), as it was possible to postulate statement (15) as the definition of Δx_i .

It is also worth noting that the value

$$|v_i(t_n)| \cdot \Delta t_{\min} = \left| \ln \frac{X_i(t_{n+1})}{X_i(t_n)} \right|,$$

which, accurate to multiplier Δt_{\min} coincides with $|v_i(t_n)|$ (see (9)), is commonly named absolute returns, while dispersion of a random

value $\ln(X_i(t_{n+1})/X_i(t_n))$, which differs from D_{v_i} by $(\Delta t_{\min})^2$ (see (13)) – volatility.

The chaotic nature of real time series allows to $x_i(t_n)$ as the trajectory of a certain abstract quantum particle (observed at Δt_{\min} time spans). Analogous to (1) we can write an uncertainty ratio for this trajectory:

$$\Delta x_i \cdot \Delta v_i \sim \frac{h}{m_i}, \quad (16)$$

or, taking into account (11) и (15):

$$\frac{1}{\Delta t_{\min}} \left(\left\langle \ln^2 \frac{X_i(t_{n+1})}{X_i(t_n)} \right\rangle_{n,\Delta N} - \left(\left\langle \ln \frac{X_i(t_{n+1})}{X_i(t_n)} \right\rangle_{n,\Delta N} \right)^2 \right) \sim \frac{h}{m_i}, \quad (17)$$

where m_i - economic “mass” of an i series, h - value which comes as an economic Planck’s constant.

Having rewritten the ration (17):

$$\Delta t_{\min} \cdot \frac{m_i}{(\Delta t_{\min})^2} \left(\left\langle \ln^2 \frac{X_i(t_{n+1})}{X_i(t_n)} \right\rangle_{n,\Delta N} - \left(\left\langle \ln \frac{X_i(t_{n+1})}{X_i(t_n)} \right\rangle_{n,\Delta N} \right)^2 \right) \sim h \quad (18)$$

and interpreting the multiplier by Δt_{\min} in the left part as the uncertainty of an «economical» energy (accurate to the constant multiplier), we get an economic analog of the ratio (4).

Since the analogy with physical particle trajectory is merely formal, h value, unlike the physical Planck’s constant \hbar , can, generally speaking, depend on the historical period of time, for which the series are taken, and the length of the averaging interval (e.g. economical processes are different in the time of crisis and recession), on the series number i etc. Whether this analogy is correct or not depends on particular series’ roperities.

Let us generalize the ratios (17,18) for the case, when economic measurements on the time span T , used to derive the series (6), are conducted with the time step $\Delta t = k \cdot \Delta t_{\min}$, where $k \geq 1$ - is a certain given integer positive number. From the formal point of view it would mean that all terms, apart from those numbered $n = 0, k, 2k, 3k, \dots$ are discarded from the initial series (6) As a result the ratios would be the following:

$$\frac{1}{k\Delta t_{\min}} \left(\left\langle \ln^2 \frac{X_i(t_{n+k})}{X_i(t_n)} \right\rangle_{n,\Delta N} - \left(\left\langle \ln \frac{X_i(t_{n+k})}{X_i(t_n)} \right\rangle_{n,\Delta N} \right)^2 \right) \sim \frac{h}{m_i}, \quad (19)$$

$$k\Delta t_{\min} \cdot \frac{1}{(k\Delta t_{\min})^2} \left(\left\langle \ln^2 \frac{X_i(t_{n+k})}{X_i(t_n)} \right\rangle_{n,\Delta N} - \left(\left\langle \ln \frac{X_i(t_{n+k})}{X_i(t_n)} \right\rangle_{n,\Delta N} \right)^2 \right) \sim \frac{h}{m_i} \quad (20)$$

and would be dependent on k .

Let us proceed to the analysis of the acquired results, that have to be considered as intermediate.

In case of $h = const$, the formal analogy with the physical particle would be complete, and in this case, as appears from (19), variance of a random i -numbered value:

$$\ln \frac{X_i(t_{n+k})}{X_i(t_n)} \approx \frac{X_i(t_{n+k}) - X_i(t_n)}{X_i(t_n)}$$

- practically coinciding with the relative increment of terms of the i initial series – would keep increasing in a linear way with $k\Delta t_{\min}$ (interval between the observations) growing. Such dynamics is peculiar to the series with statistically independent increments.

However, both in cases of a real physical particle and its formal economic analogue any kind of change influences on the result. Therefore statistic properties of the «thinned» series, used to create the ratio (19), have to depend on *real* measurements in the intermediate points if there were any. Besides, presence of «long» and «heavy» «tails» increasing along the amplitude with decreasing Δt on distributions of corresponding returns $\Delta X/X$, are in our opinion the evidence of this thesis.

Thus, generalizing everything said above, h/m_i ratio on the right side of (19) (or (20)) has to be considered a certain unknown function of the series number i , size of the averaging window ΔN , time \bar{n} (centre of the averaging window), and time step of the observation (registration) k .

To get at least an approximate, yet obvious, formula of this function and track the nature of dependencies, we postulate the following model presentation of the right side (19):

$$\frac{h}{m_i} \cong \frac{\tau(\bar{n}, \Delta N_{\tau}) \cdot H_i(k, \bar{n}, \Delta N_H)}{\Delta t_{\min} \cdot m_i}, \quad (21)$$

where

$$\frac{1}{m_i} = \langle \varphi_i(n,1) \rangle_{(0 \leq n \leq N-2)}, \quad (22)$$

m_i is a non-dimensional economic mass of an i -numbered series,

$$\tau(\bar{n}) = \frac{\langle \varphi_i(n,1, \Delta N_\tau) \rangle_{(\bar{n}-\Delta N_\tau/2 < n < \bar{n}+\Delta N_\tau/2), (1 \leq i \leq M)}}{\langle \langle \varphi_i(n,1, \Delta N_\tau) \rangle_{(\bar{n}-\Delta N_\tau/2 < n < \bar{n}+\Delta N_\tau/2), (1 \leq i \leq M)} \rangle_{\bar{n}}} \quad (23)$$

- local physical time compression ($\tau(\bar{n}) < 1$) or magnification ($\tau(\bar{n}) > 1$) ratio, which allows to introduce the notion of heterogenous economic time (for a homogenous $\tau(\bar{n}) = 1$),

$$H_i(k, \bar{n}) = \frac{\langle \varphi_i(n, k, \Delta N_H) \rangle_{\bar{n}-\Delta N_H/2 < n < \bar{n}+\Delta N_H/2}}{\langle \varphi_i(n,1, \Delta N_H) \rangle_{\bar{n}-\Delta N_H/2 < n < \bar{n}+\Delta N_H/2}}; \quad k = 1, 2, \dots, k_{\max} \quad (24)$$

- non-dimensional coefficient of the order of unit, which indicates differences in the dependence of variance $D_{\Delta x_i}$ (see (13) taking into account the case of $k \geq 1$) on the law $D_{\Delta x_i} \sim k$ for the given i and \bar{n}

$$\varphi_i(n, k, \tilde{N}) = \frac{1}{k} \left(\ln^2 \frac{X_i(t_{n+k})}{X_i(t_n)} - \left(\langle \ln \frac{X_i(t_{n+k})}{X_i(t_n)} \rangle_{n, \tilde{N}} \right)^2 \right) \quad (25)$$

(index $\tilde{N} = N, \Delta N_\tau, \Delta N_H$ in the last formula indicates the averaging parameters according to n and formulae (22,23,24)), averaging windows $\Delta N_\tau, \Delta N_H$ are chosen with the following conditions taken into consideration:

$$k_{\max} < \Delta N_\tau < \Delta N_H < N. \quad (26)$$

According to the definitions (23,24) for coefficients $\tau(\bar{n})$ and $H_i(k, \bar{n})$ following conditions of the normalization take place:

$$\langle \tau(\bar{n}) \rangle_{\bar{n}, N} = 1; \quad H_i(1, \bar{n}) = 1, \quad (27)$$

and the multiplier $1/\Delta t_{\min}$ on the right side (21) can be considered as an invariant component of an economic Planck's constant h :

$$\bar{h} = 1/\Delta t_{\min}, \quad (28)$$

As you can see, \bar{h} has a natural dimension «time» to the negative first power.

It is also worth noting that average economic mass of the whole

set of series (or any separate group of the series) can be introduced with the help of the following formula:

$$\frac{1}{m} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \frac{1}{m_i}. \quad (29)$$

Acquired with the help of series (6) ratios (7,19-28) also allow different interpretations. For example, it can be considered that normalized series (7) depict the trajectory of a certain hypothetical economic quantum quasi-particle in an abstract M -dimensional space of economic indices, and m_i^{-1} are the main components of inverse mass tensor of the quasi-particle (the analogy with quasi-particles as free carriers of the electric charge in semiconductors), which has already been used in the previous chapter.

In the final part of this chapter we would like to pay attention to the chosen variant of the theory, which is probably the simplest one, because of the following reasons.

Carrying out various n (discrete time) and i (series number) averagings, we didn't take into account at least two fairly important factors: 1) amounts of financial and material resources (their movement is reflected by each series) and 2) possible correlation between the series.

However generalization of the theory and introduced notions is not so difficult in this case. It is enough to form a row $(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_M)$ of positive weight coefficients with the following condition of normalization:

$$\sum_{i=1}^M \alpha_i = M, \quad (30)$$

with each of them taking into account the importance of separate series in terms of a certain criterion, while for random values

$$\phi_i(n, k) = \sqrt{\frac{\alpha_i}{k}} \ln \frac{X_i(t_{n+k})}{X_i(t_n)}, \quad i = 1, 2, \dots, M \quad (31)$$

instead of a one-dimensional massive (25) we should introduce a covariance matrix:

$$\Psi = [\psi_{ij}], \quad (32)$$

where

$$\psi_{ij} = \psi_{ij}(k, \tilde{N}) = \langle (\phi_i(n, k) - \bar{\phi}_i(n, k)) \cdot (\phi_j(n, k) - \bar{\phi}_j(n, k)) \rangle_{n, \tilde{N}}, \quad (33)$$

$$\bar{\phi}_i(j, k, \tilde{N}) = \langle \phi_i(n, k) \rangle_{n, \tilde{N}} \quad (34)$$

(with $\alpha_i = 1$ and absence of correlations $\psi_{ij} = \varphi_i \delta_{ij}$). Using a standard algorithm of characteristic constants λ_i , $i = 1, 2, \dots, M$ and corresponding orthonormal vectors $C_i = (c_{i1}, c_{i2}, \dots, c_{iM})$ search in Ψ matrix, we proceed to the new basis, where «renormalized» series $y_i(t_n) = \sum_{j=1}^M c_{ij} x_j(t_n)$ (new basis vectors) aren't correlated any more.

However the presence of zero characteristic constants or λ_i , which are distinguished with relatively low values in absolute magnitude, will mean that the real dimension of the set of series (7) is in fact less than M (initial series (7) or their parts are strongly correlated). In this case renormalized series $y_i(t_n)$ with zero or low characteristic constants have to be discarded. The remaining renormalized series will undergo all above-listed procedures.

Experimental results and their discussion. To test the suggested ratios and definitions we have chosen 9 economic series with Δt_{\min} in one day for the period from April 27, 1993 to March 31, 2010. The chosen series correspond to the following groups that differ in their origin:

- 1) stock market indices: USA (S&P500), Great Britain (FTSE 100) and Brazil (BVSP);
- 2) currency dollar cross-rates (chf, jpy, gbp);
- 3) commodity market (gold, silver, and oil prices).

On Fig. 1-3 normalized plots of the corresponding series, divided by groups, are introduced, while Δt_{\min} is taken equal to the unit.

As you can see from the Fig. 1-3, all time series include visually noticeable chaotic component and obviously differ from each other, which allows us to hope for the successful application the aforementioned theory to the interpretation and analysis of real series. Let us confine to its elementary variant.

As an example on fig. 4 we suggest absolute values of immediate speeds (or absolute returns according to the general terminology used in literature), calculated with the help of the

formula evaluation (9), and their variance (volatility), calculated with the help of the formula evaluation (13) for the series of Japanese yen (jpy) US dollar cross-rates.

As we can see from the plots, the dependence of immediate speed or returns on time is of chaotic nature, while the dependence of volatility is smooth but not monotonous. For the rest of initial series, the dependencies of volatility and returns are similar to the depicted on the fig. 4 ones.

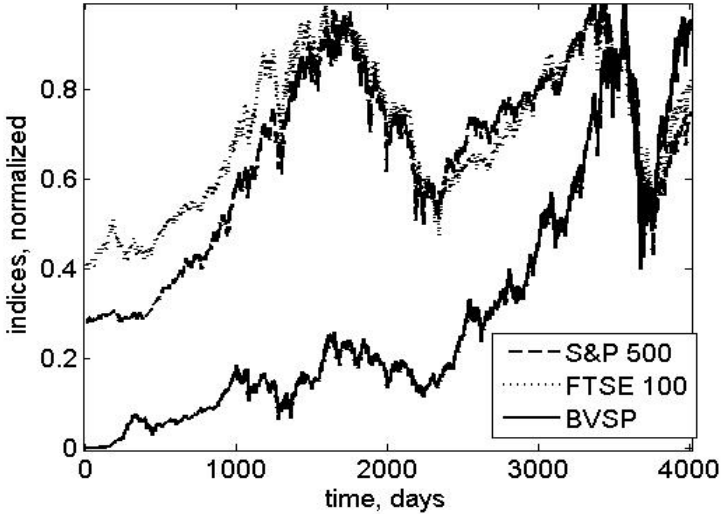


Fig. 1. USA (S&P 500), Great Britain (FTSE 100), and Brazil (BVSP) daily stock indices from April 27, 1993 to March 31, 2010.

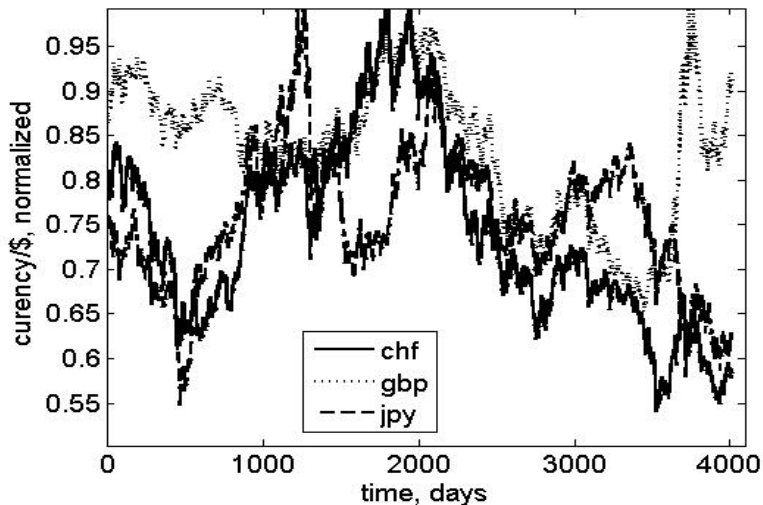


Fig. 2. Daily currency dollar cross-rates (chf, jpy, gbp)

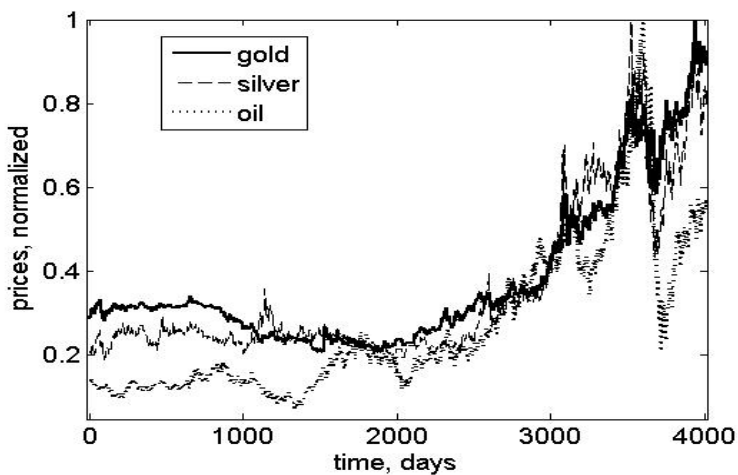


Fig. 3. Commodity market. Daily gold, silver, and oil prices.

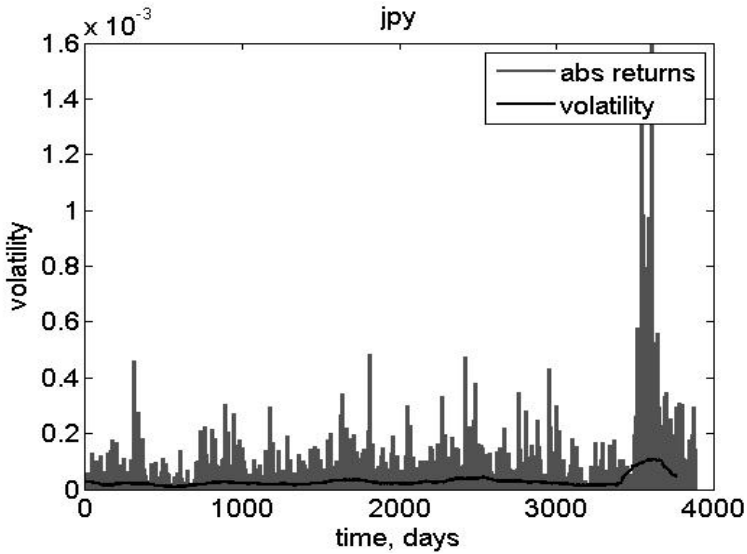


Fig. 4. Absolute values of immediate speeds (abs returns) and their dispersions (volatility).

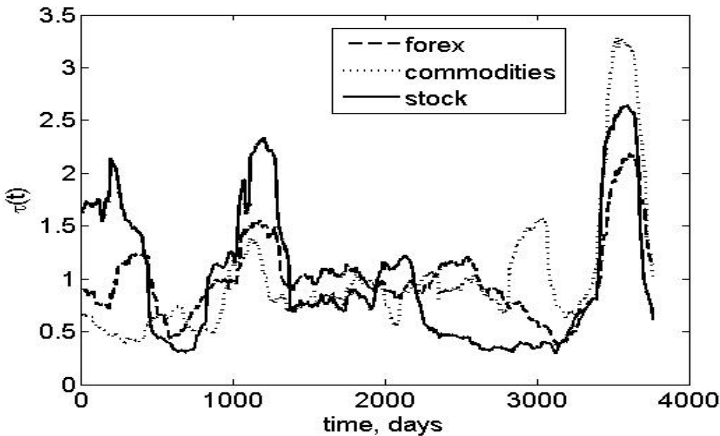


Fig. 5. Coefficients of time compression-expansion, market «temperature». The explanation is in the text.

The formulae (11,23,25) show that $\tau(t)$ exists in proportion to the averaged square speed (according to the chosen time span and series), i.e. average «energy» of the economical «particle» (as it is in

our analogy), and can be thus interpreted as the series «temperature». Crises are distinguished with the intensification of economic processes (the «temperature» is rising), while during the crisis-free period their deceleration can be observed (the «temperature» is falling), what can be interpreted as the heterogenous flow of economic time. $\tau(t)$ dependences shown on the fig. 5 illustrate all afore-mentioned. Note that local time acceleration-deceleration can be rather significant.

Transition to heterogenous economic time allows to make the observed economic series more homogenous, which can simplify both analysis and prediction.

In table we give the values of a non-dimentional economic mass of the m_i series, calculated using (22) for all 9 incoming series, as well as average masses of each group (formula (29)).

Table. Economic series masses

Incoming series		Economic mass	Average economic mass of the group
Commodity market	gold	$2,816 \cdot 10^4$	$4,983 \cdot 10^3$
	silver	$4,843 \cdot 10^3$	
	oil	$2,777 \cdot 10^3$	
Currency market	jpy	$2,148 \cdot 10^4$	$2,499 \cdot 10^4$
	gbp	$3,523 \cdot 10^4$	
	chf	$2,180 \cdot 10^4$	
Stock market	S&P 500	$6,251 \cdot 10^3$	$4,748 \cdot 10^3$
	FTSE 100	$6,487 \cdot 10^3$	
	BVSP	$1,507 \cdot 10^3$	

As you can see from the table, the stock market is distinguished with the lowest mass value, while the currency one shows the maximum number. Oil price series has the lowest mass on the commodity market, gold – the highest one. As for the currency market, British pound (gbp) have the highest value and Japanese yen rates (jpy) demonstrates the minimum mass of the group, although the dispersion is lower than that of the commodity market. The smallest spread is peculiar to the currency market. Dynamic and

developing Brazilian market (BVSP) has the lowest mass, while the maximum value, just like in the previous case, corresponds to Great Britain (FTSE 100). It is explained by the well-known fact: Britain has been always known for its relatively «closed» economy as compared with the rest of the European and non-European countries.

The last group of experimental data corresponds to the dependence of Planck's economic constant (calculated for different series) on time $\Delta t = k\Delta t_{\min}$ (time between the neighbouring registered observations), which is characterised by $H_i(k, \bar{n})$ coefficient (see formula (24)).

On fig. 6-8 integral dependencies $H_i(k)$ are depicted. The following are averaged on the whole period of time 1993-2010 and calculated for commodity, stock, and currency markets. As you can see there are no obvious regularities, which can be explained by various crises and recessions of the world and national economies that took place during the investigated period.

To decide whether it is possible for local regularities of Planck's economic constant dependence on Δt to appear, we have chosen relatively small averaging fragments, $\Delta N = 500$, which approximately equals two years. Corresponding results for some of these fragments on commodity, currency, and stock markets are given on fig. 9-11. Evidently, all three figures show clear tendencies of $H_i(k, \bar{n})$ recession and rise for each type of the market (unlike integral dependences $H_i(k)$).

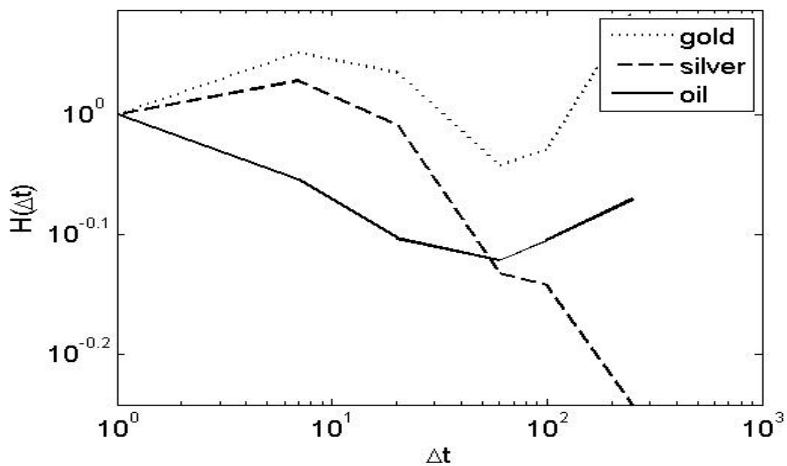


Fig. 6. Integral coefficient $H_i(k)$ dependences for commodity market

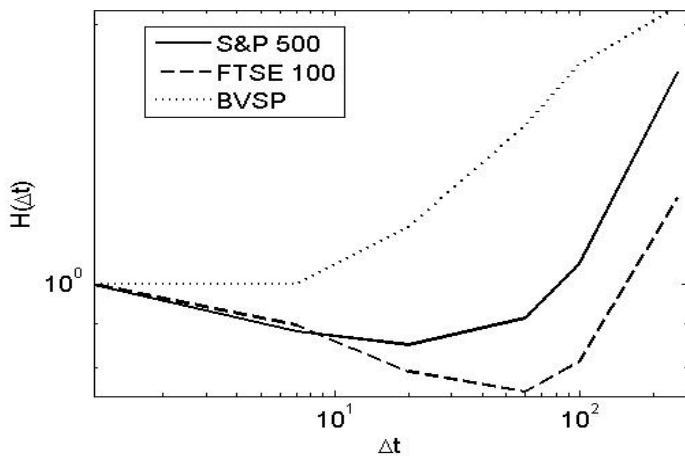


Fig. 7. Integral coefficient $H_i(k)$ dependences for stock market .

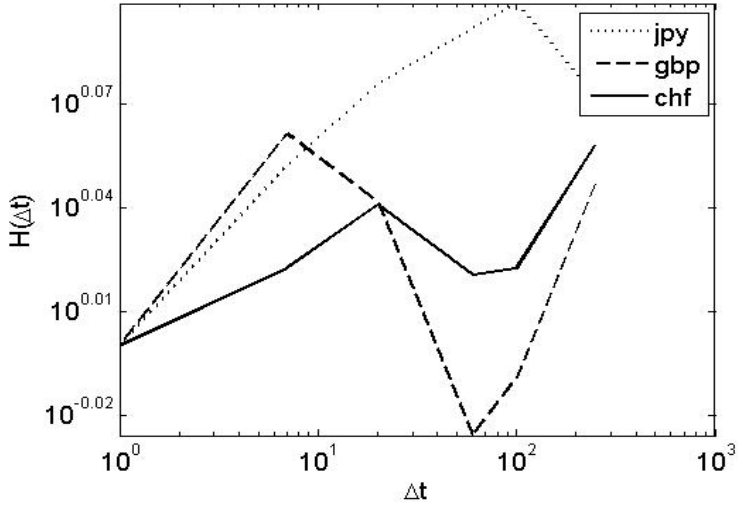


Fig. 8. Integral coefficient $H_i(k)$ dependences for currency market.

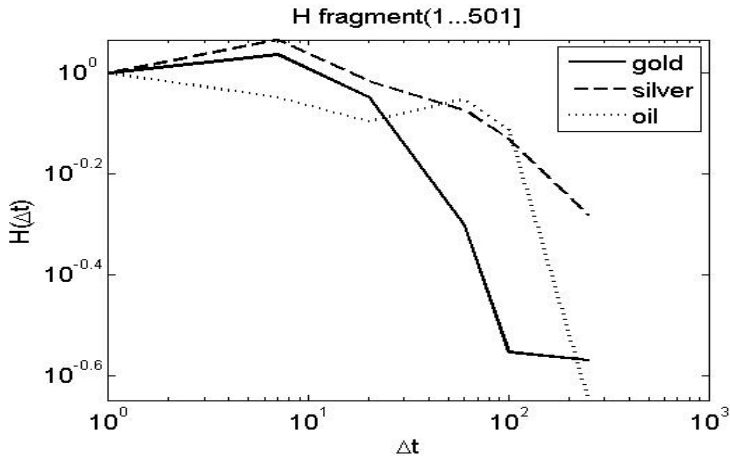


Fig. 9. Local coefficient $H_i(k, \bar{n})$ dependences for commodity market (averaging time span from 27.04.1993 to 12.06.1995, 500 daily values).

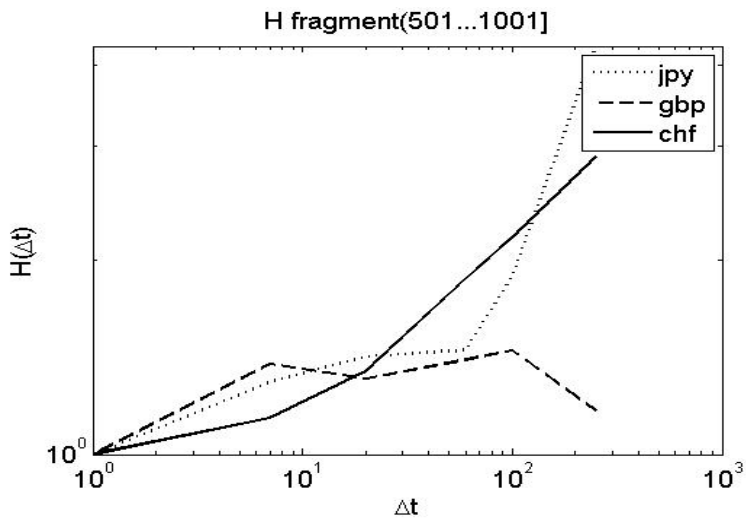


Fig. 10. Local coefficient $H_i(k, \bar{n})$ for currency market (averaging time span from 12.06.1995 to 15.07.1997, 500 daily values).

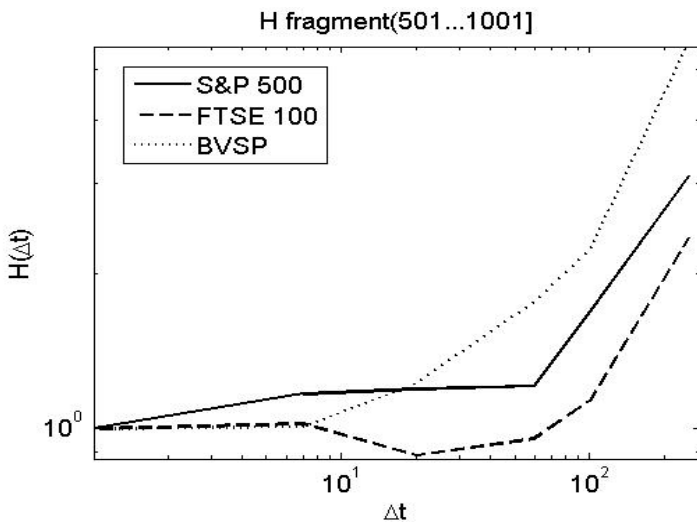


Fig. 11. Local coefficient $H_i(k, \bar{n})$ dependences for stock market (averaging time span from 12.06.1995 to 15.07.1997, 500 daily values).

Conclusions. We have conducted methodological and philosophical analysis of physical notions and their formal and informal connections with real economic measurements. Basic ideas of the general relativity theory and relativistic quantum mechanics concerning spacetime properties and physical dimensions peculiarities were used as well. We have suggested procedures of detecting normalized economic coordinates, economic mass and heterogenous economic time. The afore-mentioned procedures are based on socio-economic time series analysis and economical interpretation of Heisenberg's uncertainty principle. The notion of economic Planck's constant has also been introduced. The theory has been tested on real economic time series, including stock indices, currency rates, and commodity prices. Acquired results indicate the availability of further investigations.

References

- 1.V. M. Sapsin and V. N. Soloviev. Relativistic Quantum Econophysics. New paradigms of Complex systems modeling: Monograph. Brama-Ukraine, Cherkassy, 2009.
- 2.V. Sapsin and V. Soloviev. Relativistic quantum econophysics - new paradigms in complex systems modelling. ArXiv e-prints, jul 2009.
- 3.B. E. Baaquie. Quantum Finance. Cambridge University Press, Cambridge, 2004.
- 4.V. Maslov. Quantum Economics. Science, Moscow, 2006.
- 5.C. P. Goncalves. Quantum Financial Economics - Risk and Returns. ArXiv e-prints, July 2011.
- 6.R. N. Mantegna and H. E. Stanley. An Introduction to Econophysics: Correlations and Complexity in Finance. Cambridge Univ. Press, Cambridge UK, 2000.
- 7.V. D. Derbentsev, A. A. Serdyuk, and V. N. Soloviev and O. D. Sharapov. Synergetical and econophysical methods for the modeling of dynamic and structural characteristics of economic systems. Monograph (in Ukrainian). Brama-Ukraine, Cherkassy, 2010.
- 8.V. Balasubramanian. What we don't know about time. Foundations of Physics, page 139, sep 2011.
- 9.Y. S. Vladimirov. A relational theory of space-time interactions. Part 1. MGU, Moscow, 1996.

10.Y. S. Vladimirov. A relational theory of space-time interactions. Part 2. MGU, Moscow, 1996.

11.M. Kaku. Parallel worlds: a journey through creation, higher dimensions, and the future of the cosmos. Anchor Books, 2006.

12.M. Kaku. Physics of the impossible: a scientific exploration into the world of phasers, force fields, teleportation, and time travel. Doubleday, 2008.

[13.](#)V. M. Sapsin and D. M. Chabanenko. The complexity problem and non-linear time in socio-economic processes forecasting. In Problemy ekonomichnoyi kibernetiki: Tezi dopovidey XIV Vseukrayinskoyi Naukova-praktichnoyi konferentsiyi, pages 130-131, Kharkiv, 2009. KNU imeni V. N. Karazina.

1.6. МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ

Вивчення складних систем, нелінійної динаміки, процесів самоорганізації, що почалося в середині минулого століття, в даний час отримує не тільки зростаючий науковий інтерес, а й практичну спрямованість в галузі розвитку міждисциплінарних (конвергентних) наук, для розвитку ефективного управління складністю сучасних соціально-економічних систем, зокрема, фондових, валютних, товарних ринків, тощо [1,2].

Сучасний фінансовий ринок характеризується значною складністю процесів, що протікають на ньому. Зростають ризики, відбувається глобалізація міжнародних ринків, збільшується волатильність валют, процентних ставок, курсів цінних паперів і цін на сировинні товари і, як підсумок, фінансові ринки стали більш нестабільними, складними, ризикованими. Інформація та ринкова психологія відіграють важливу роль у динаміці цін, і, отже, стандартні методи моделювання часових рядів для аналізу і прогнозування процесів, що відбуваються на фінансових ринках, в таких умовах часто дають незадовільні результати. Можна відзначити розрив між дійсними економічними реаліями і економічними теоріями.

У цьому зв'язку проблеми побудови формальних моделей, що дозволяють краще зрозуміти структуру і поведінку ринку, як єдиного цілого, так і його складових, довгий час привертали і продовжують привертати увагу практиків і дослідників. В даний час стають особливо актуальними роботи, що дозволяють хоча б у мінімальному ступені змоделювати і пояснити закони цього ринку. Ці роботи важливі і для інвесторів, які цікавляться можливістю прогнозування поведінки цін фінансових активів, і для регулюючих органів, яких цікавить можливість впливу на ринок так, щоб він найкраще відповідав цілям розвитку економіки.

Спроби створити адекватну модель кризових явищ у соціально-економічних системах, які, як показує історичний досвід, мають майже перманентний характер, робилися, робляться і будуть робитися завжди. По суті це надзадача, рішення якої недосяжно в принципі. Однак локальні в часі і в тих чи інших соціально-економіко-логістичних координатах

рішення, з деяким шансом на успіх, можливі, і саме вони повинні бути предметом розгляду реальної і продуктивної економічної науки.

Еконофізика – молодий міждисциплінарний науковий напрям, що оформився і отримав свою назву в кінці 90-х років минулого століття [1]. Вже через кілька років, у середині першого десятиліття XXI століття, в його рамках сформувалася квантова еконофізика, що істотно використовує не тільки математичний апарат квантової механіки, а й її принципово нові і фундаментальні світоглядні ідеї [2-7], в тому числі і з урахуванням релятивістських аспектів [8,9].

Класична фізика виходить з гіпотези, що існують і в принципі можуть бути точно виміряні миттєві значення всіх фізичних величин, що характеризують стан системи.

Нерелятивістська квантова механіка не відкидає існування миттєвих значень класичних фізичних величин, однак не всі з них можуть бути виміряні одночасно (співвідношення невизначеностей Гейзенберга).

Релятивістська квантова механіка відкидає в принципі існування миттєвих значень будь-яких фізичних величин, а, отже, поняття стану системи стає строго не визначеним.

Метою даної роботи є еконофізичний аналіз концептуальних основ класичної фізики, теорії відносності, нерелятивістської і релятивістської квантової механіки з урахуванням історичних і методологічних аспектів та сучасного критичного стану проблеми соціально-економічного моделювання.

Новий напрям в науці формується тільки тоді, коли для цього з'являються умови і виникає необхідність у концентрації зусиль наукового співтовариства на цьому напрямку, і квантова еконофізика в цьому сенсі не є винятком.

XX-е століття – століття тріумфу нової теоретичної фізики – теорії відносності та квантової механіки, які не тільки пояснили нові явища, що спостерігаються в макро- і мікросвіті, а й істотно змінили усталені за століття філософські концепції, засновані на так званому здоровому глузді і уявленнях класичної фізики

Хоча нові концепції і затверджувалися, перш за все, технологічно, як інструмент, у фізиці, однак, на наш погляд, до

цих пір не в повній мірі усвідомлена можливість і плідність їх застосування в описі соціально-економічних систем.

Одна з найважливіших задач, яку слід віднести до компетенції квантової економіфізики, полягає в тому, щоб простежити, який вплив надали (або можуть надати) ці концепції на постановку задач математичного моделювання соціально-економічних процесів та інтерпретацію його результатів.

Інструментальний підхід до фізики як до засобу передбачення результатів певним чином підготовлених експериментів прекрасно працює в самій фізиці, однак перенесення її понять і математичного апарату на системи іншої природи вимагає обов'язкового і глибокого аналізу її початкових концепцій.

У класичній фізиці передбачається, що основні фізичні величини можна розглядати як величини, що приймають безперервний ряд значень і існують незалежно від процедур вимірювання. При цьому:

- існують миттєві значення фізичних величин, що характеризують стан системи;
- в принципі існують процедури вимірювань, що дозволяють виміряти миттєві значення цих фізичних величин;
- вплив процедури вимірювання на значення вимірюваної фізичної величини може бути зроблений як завгодно малим.

В основі нерелятивістської квантової механіки лежать експериментально встановлені факти, які свідчать про те, що:

- має місце принцип невизначеності, зокрема немає точного поняття траєкторії частинки;
- фізичні величини можуть приймати не будь-які значення, зокрема спектр їх дозволених значень може бути і дискретним;
- так само як і в класичній фізиці передбачається, що фізичні величини можуть мати миттєві значення, але не всякий набір величин (наприклад, імпульс і координата частинки) може бути виміряний одночасно;
- має місце певний вплив процедури вимірювання на

результат вимірювання, при цьому стан системи після вимірювання виявляється в тій чи іншій мірі невизначеним;

- будь-яка система є принципово відкритою, оскільки хвильова функція, за допомогою якої в квантовій механіці характеризують стан системи (її існування постулюється), формально визначена і неперервна в усьому просторі.

На жаль, на відміну від класичної, навіть нерелятивістська квантова механіка позбавлена наочності і не підтверджується «здоровим» глуздом, і її досить глибоке вивчення і розуміння – поки доля фізиків-теоретиків і фахівців деяких прикладних напрямків. Тому ми вважаємо за необхідне навести тут одну з її можливих аксіоматик, що включає шість постулатів.

Не торкаючись математичних аспектів і опускаючи їх деталі, але підкреслюючи концептуальні моменти, ці постулати можна сформулювати наступним чином:

- 1) Замість класичного поняття «фізична величина L » вводиться нове фундаментальне поняття «оператор фізичної величини \hat{L} ».
- 2) Можливі (дозволені) значення фізичної величини L – є наслідок (результат) рішення математичної задачі на власні значення λ для оператора фізичної величини \hat{L} :

$$\hat{L}\varphi = \lambda\varphi$$

- 3) Для характеристики стану системи вводиться нове поняття – нормована хвильова функція ψ :

$$\int \psi^* \psi d\tau = \int |\psi|^2 d\tau = 1$$

- 4) Класичному значенню фізичної величини L в стані з нормованою хвильовою функцією ψ відповідає нова величина - середнє значення фізичної величини $\langle L \rangle$, що визначається співвідношенням:

$$\langle L \rangle = \int \psi^* \hat{L} \psi d\tau$$

- 5) Еволюція системи в часі характеризується еволюцією її нормованої хвильової функції, яка визначається з рішення рівняння Шредінгера:

$$i \cdot \hbar \frac{\partial \psi}{\partial t} = \hat{H} \psi$$

б) У системі тотожних частинок всі частинки нерозрізнені.

Наведені вище шість постулатів квантової (нерелятивістської) механіки, в певному сенсі аналогічні законам класичної механіки Ньютона, і є тією базою, на якій будується весь її теоретичний апарат і практичні застосування. Так, використовуючи елементарні викладки, можна показати, що з постулатів 1–4 випливає фундаментальне співвідношення невизначеностей для координат і швидкостей (або імпульсів):

$$\Delta x \cdot \Delta v \geq \frac{\hbar}{2m}; \quad \left(\Delta x \cdot \Delta p \geq \frac{\hbar}{2} \right), \quad (1)$$

де Δx і Δv (Δp) – середньоквадратичні похибки вимірювання координати x та швидкості $v = \dot{x}$ (імпульсу $p = m\dot{x}$) частки з масою m .

Із співвідношення (1) слідує, в свою чергу, п'ять важливих з концептуальної точки зору висновків:

- ні координата частинки, ні її швидкість, не можуть мати точних значень, оскільки при $\Delta x = 0$ невизначеність швидкості Δv , а, отже, і сама швидкість стають нескінченними, При $\Delta v = 0$ частка виявляється повністю делокалізованою, тобто може бути виявлена в будь-якій точці фізичного простору;
- не існує поняття миттєвої швидкості як ньютонівської границі:

$$v(t) = \dot{x}(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{x(t) - x(t - \Delta t)}{\Delta t}; \quad (2)$$

- швидкість і координата частинки, що визначають її стан в класичній механіці в момент часу t , можуть бути визначені лише приблизно та при скінченному, досить великому Δt ;
- неперервної класичної траєкторії частки в дійсності не існує - це наближене поняття, що має сенс тільки при

достатньо великих проміжках Δt між сусідніми вимірами положення частинки;

- прогноз поведінки частинки, причому свідомо наближений, що визначається парою класичних фазових змінних $(x(t), v(t))$, можливий тільки при врахуванні її історії, тобто післядії, оскільки:

$$v(t) \approx \frac{x(t) - x(t - \Delta t)}{\Delta t} = \frac{1}{\Delta t} x(t) - \frac{1}{\Delta t} x(t - \Delta t) \quad (3)$$

та залежить як від $x(t)$, так і від $x(t - \Delta t)$.

У релятивістській квантовій механіці новим є фундаментальне твердження про те, що всяка процедура вимірювання займає принципово скінченний час Δt , тому миттєвих значень фізичних величин не існує. При цьому невизначеність вимірювання значень будь динамічної фізичної величини збільшується зі зменшенням часу вимірювання і скінченна при будь-якому скінченному Δt , а саме значення може бути віднесено тільки до цього проміжку часу в цілому [8,9].

Так, релятивістський квантовий принцип невизначеності для імпульсу виражається співвідношенням:

$$\Delta p \cdot \Delta t \sim \hbar / c, \quad (4)$$

де c - швидкість світла. З (4) випливає, що точне значення імпульсу частинки може бути отримане тільки при часі вимірювання, що дорівнює нескінченності, а це означає, що точно може бути визначений тільки імпульс вільної частки, що знаходиться в такому (вільному) стані нескінченний час.

З викладеного вище випливає, що фактично, і по суті давно, у квантовій фізиці прийняті нові парадигми математичного моделювання. Первинним і фундаментальним поняттям стає поняття оператора фізичної величини (оператор – математичний образ процедури, дії), опис динаміки системи набуває необхідно дискретний і наближений характер, передбачення майбутнього виявляється в принципі неможливим без урахування післядії, тобто пам'яті.

Можливість введення економічних аналогів фізичних величин для опису соціально-економічних процесів з використанням квантового принципу невизначеності продемонстрована в наших роботах [6,7,10,11].

Грунтуючись на квантовомеханічних еконофізичних аналогіях, а також маючи на увазі загальні принципи системного аналізу, ми пропонуємо наступні, логічно пов'язані між собою, концепції, на яких має ґрунтуватися моделювання складних систем, до яких належать і реальні соціально-економічні системи:

- первинність процедури вимірювання по відношенню до її результату;
- необхідно скінченна тривалість будь-якої процедури вимірювання, включаючи і комп'ютерний прогноз (як специфічну процедуру непрямого вимірювання), і її принципово неусувний вплив на стан і майбутню поведінку системи;
- наблизений і вторинний характер поняття «миттєві значення змінних стану» і, як необхідний наслідок, і поняття «стан системи»;
- принцип невизначеності змінних стану системи і його фундаментальний зв'язок з тривалістю процедури вимірювання;
- дискретність часу і простору, а також будь-яких інших величин, пов'язаних з динамікою системи, при її формалізованому описі;
- післядія (пам'ять) як фундаментальна властивість будь-якої динамічної системи, без урахування якої опис динаміки системи стає неможливим;
- відмова від нескінченності як концептуального поняття, яке приводить до логічно нерозв'язних парадоксів поведінки складних систем;
- принцип незворотності часу, на якому заснована ментальна здатність людини робити будь-які логічні побудови;
- відкритість, ієрархічність і емерджентність як базові системні принципи адекватного відображення функціонування реальних складних систем.

Перевага нового підходу перед класичним полягає в особливому аналітичному апараті, успадкованому від фізики. Еконофізика оперує Законами Природи і наслідками з них, які не були придумані людьми, а були лише ними зафіксовані, тому можуть вважатися максимально об'єктивними.

Список використаної літератури

1. Mantegna R. N. An Introduction to Econophysics / R. N. Mantegna, H. E. Stanley. - Cambridge: Cambridge University Press, 2000. – 144 p.
2. B. E. Baaquie: Quantum Finance / Baaquie B. E. - Cambridge: Cambridge University Press, 2004. - 332 p.
3. Маслов В. П. Квантовая экономика / В. П. Маслов. - М.: Наука, 2006. – 72 с.
4. Hidalgo E. Guevara. Quantum Econophysics [Электронный ресурс] / E. Guevara Hidalgo // arXiv:physics/0609245v2 [physics.soc-ph] 30 Apr 2007.
5. Соловьев В.Н. Квантовая эконофизика – физическое обоснование системных концепций в моделировании социально-экономических процессов / В. Н. Соловьев, В. М. Сапцин // Анализ, моделирование, управление, развитие экономических систем: Труды II Международной Школы-симпозиума АМУР-2008 Севастополь, 12-18 сент. 2008 г. / под ред. О. Л. Королева, А. В. Сигала. – Симферополь, 2008. - С. 94.
6. Soloviev V.N. Heisenberg Uncertainty Principle and Financial Markets / V.N. Soloviev, V. M. Sapsin, L. N. Shokotko // The 9-th International conference “Information technologies and management 2011”. April 14-15, 2011. - Riga, Latvia: Information Systems Management Institute, 2011. - P. 135-136.
7. Соловьев В. Н. Принцип неопределенности Гейзенберга и экономические аналоги основных физических величин / В. Н. Соловьев, В. М. Сапцин // Культура народов Причерноморья. - 2011. - № 205. - С. 208-213
8. Сапцин В. М. Релятивистская квантовая эконофизика. Новые парадигмы моделирования сложных систем: Монография / В. М. Сапцин, В. Н. Соловьев. - Черкасы: Брама-Украина, 2009. – 64 с.
9. Sapsin V. Relativistic quantum econophysics – new paradigms in complex systems modelling [Электронный ресурс] / V. Sapsin, V.

Soloviev // arXiv:0907.1142v1 [physics.soc-ph] 7 Jul 2009.

10. Соловійов В.М. Економічний аналог принципу невизначеності Гейзенберга / В.М.Соловійов, В.М.Сапцін, Л.М.Шокотько // Науковий вісник НГУ, тематичний, 2011.-С.76-80.

11. Saptsin V. Heisenberg uncertainty principle and economic analogues of basic physical quantities / V. Saptsin, V. Soloviev // Computer Modelling and New Technologies, 2011, Vol.15, No.3.- p.21-26.

1.7. ДИФFUЗНЫЕ СВОЙСТВА СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Одним из примечательных явлений современной науки, по утверждению российского ученого В.В. Налимова, является стремление перейти от изучения «хорошо» организованных систем к «плохо» организованным или диффузным системам [1]. Такой системный подход предопределил развитие нового научного направления в экономике – теории эволюционных изменений экономических систем.

Общая теория эволюции сложных нелинейных систем, к которым относятся экономические системы, дает общие представления о возможном характере поведения таких систем. Для них важнейшее значение имеет бифуркационный характер их эволюции, который подразумевает, что система, развиваясь случайным образом, накапливает новые свойства сначала количественно, а затем переходит в новое качество. Равновесные, устойчивые состояния такой системы есть только моменты в их движении. Экономические кризисы в контексте теории неравновесных экономических систем являются точками бифуркации, перехода в новое состояние или же происходит эволюционное изменение данной системы и возникновение принципиально новой экономической системы с другой структурной организацией, свойствами и функциями [2, 3].

В силу сложности, многофакторности эволюционных изменений экономических систем причинно-следственные связи не могут быть определены как такие динамические закономерности, когда данное состояние экономической системы однозначно определяло бы ее последующие состояния. Такая ситуация приводит к появлению диффузных свойств, когда поведение системы оценивается с помощью наборов основных экономических параметров и закономерностей взаимосвязи между ними их.

Понятие экономической эволюции пока еще мало разработано в экономической науке. Основные положения этого научного направления, сформулированные на основе обобщения фундаментальных гипотез и научных исследований, приведены в трудах О.И. Ананьина, В.В. Налимова, Н.Н. Моисеева, И. Пригожина, И. Стенгерса, В.Д. Могилевского,

А.А. Горелова, Й. Шумпетера, Р. Нельсона, С. Уинтера и других [4, 5, 6].

Нет единого мнения о том, когда именно организационно оформилось направление экономической науки, получившее название теории эволюционных изменений как особого взгляда на экономический мир. Однако элементы эволюционно-экономического подхода содержатся в работах многих экономистов, пытавшихся построить картину экономической реальности на базе естественнонаучных аналогий. Особое место в этом направлении занимают исследования на основе компьютерных моделей эволюции, из которых наиболее перспективными являются модель «грубого приспособительного ландшафта» С. Кауфмана и «модель эволюции» П. Бака и К. Снеппена.

Вместе с тем, следует отметить, что существует скорее интуитивное, чем научное понимание проблемы эволюционной экономики. В основном речь идет об экономической эволюции как о некоем позитивном движении экономической системы, позитивном в понимании того или иного исследователя, который основывается либо на экстраполяции предшествовавшего опыта другой подобной экономической системы, либо просто на здравом смысле.

Проблема состоит также в том, что сама классификация по признаку «хорошо» организованные или «плохо» организованные экономические системы не соответствует семантическому смыслу употребляемых слов. Названная «плохо» организованной, экономическая система по уровню организованности выше, чем та, которую авторы терминологии называли «хорошо» организованной.

Современная эволюционная экономика — направление экономической науки, в рамках которого экономические процессы рассматриваются как открытые и необратимые, испытывающие постоянные воздействия внешней среды и реагирующие на них. Основной методологический принцип выражается в стремлении понять, как происходит процесс изменений, выявить движущие силы и факторы развития, основные тенденции эволюции для более эффективного управления экономикой и более точного прогнозирования результатов изменений. Самым важным достижением

методологии следует считать то, что эволюционная теория рассматривает экономическую систему в динамике, в развитии, в процессе изменений, т.е. такой, какая она реально существует, без значительного количества упрощений и допущений. Однако недостаточная разработанность многих положений теории эволюционных изменений экономических систем, отсутствие методологии моделирования и самих моделей не позволяет успешно применять эту теорию в практических целях.

Таким образом, возникает необходимость разработки инструментария для анализа и практического применения этой теории в исследовании экономики социально-экономических систем.

Экономическая эволюция - процесс системного порядка, который охватывает все уровни проявлений изменчивости, наследственности и необратимости. Особое внимание в рамках данного подхода уделяется процессу инноваций - то есть, появлению, закреплению и распространению нового. По мнению ряда исследователей «Экономическая эволюция есть процесс роста многообразия, сложности и продуктивности экономики, за счет периодически происходящей смены технологий, продуктов, организаций и институтов» [7, с. 74]. Отличительная особенность эволюционного подхода к исследованию социально-экономических систем заключается в том, что он позволяет рассматривать изучаемые системы не как механизмы, а как организмы, последовательно проходящие в своем жизненном цикле сменяющие друг друга этапы становления, развития, упадка и гибели и развивающиеся по законам эволюции, по законам самоорганизации сложных систем.

Вопрос о характере и факторах эволюции национальных экономик вообще, и экономических институтов в частности, относится к числу наиболее важных вопросов экономической науки. Эволюция означает, что исторические экономические траектории закономерны, «вписаны» во внутренние механизмы развития системы наподобие того, как программа биологического развития организма вписана в его генетический код. Таким образом, эволюционный подход есть подход кибернетический, согласно которому «историческая память» предшествующего развития социально-экономических систем

позволяет обнаружить тенденции и логику последующих состояний тех же самых систем.

В существующих теориях эволюции основное внимание обращается на воздействие окружающей среды на систему [8]. Именно в изменении или же возникновении новых факторов среды видели в прошлом главную движущую силу эволюции.

С точки зрения парадигмы самоорганизации становится ясным, что условием развития динамических систем является взаимодействие системы и внешней среды. Только в результате такого взаимодействия происходит обмен веществом, энергией и информацией между системой и ее окружением. Благодаря этому возникает и поддерживается неравновесность, а это в конечном итоге приводит к спонтанному возникновению новых структур. Таким образом, самоорганизация выступает как источник эволюции систем, так как она служит началом процесса возникновения качественно новых и более сложных структур в развитии системы.

Следует отметить, что в структурах спонтанный порядок и устойчивая динамическая структура возникают благодаря усилению флуктуаций, а последние являются результатом взаимодействия социально-экономической системы со средой. Непрерывное их взаимодействие на всем периоде существования системы определяет последнюю. Это означает, что система соответствующим образом влияет на развитие среды, точнее говоря, тех окружающих систем, с которыми она взаимодействует. Поэтому следует говорить не просто об эволюции, а о коэволюции.

Экономические системы, в которых происходят эволюционные изменения, можно классифицировать по степени их организованности. Различают «хорошо» организованные и «плохо» организованные, или диффузные, системы.

«Хорошо» организованные экономические системы - это такие системы, для которых можно определить отдельные элементы, связи между ними, правила объединения в подсистемы и оценить связи между компонентами системы и ее целями. В этом случае проблемная ситуация может описываться в виде математических зависимостей, которые связывают цель и средства ее достижения, так называемых критериев эффективности или оценок функционирования. Решение задач

анализа и синтеза в хорошо организованных системах осуществляется аналитическими методами.

Для «плохо» организованных экономических систем характерным является отображения и исследование не всех компонентов, а лишь некоторых наборов параметров и закономерностей, с помощью которых можно оценивать поведение системы. В этих системах нельзя установить непроницаемые перегородки, разграничивающие действие переменных различной природы. Системы с диффузными свойствами иногда называют также большими системами, поскольку они зависят от большого числа разнородных факторов, определяющих различные по своей природе, но тесно взаимодействующие друг с другом процессы. Характерным примером такого класса систем являются курортно-рекреационные системы. Основным инструментом исследований диффузных систем является моделирование на основе использования методов синергетики и теории хаоса.

Приоритетным подходом при создании моделей «плохо» организованных экономических систем есть синтез кибернетического и процессного подходов, направленный на изучение полного цикла «вход – процесс – выход» функционирования элемента и отношений, как между элементами, так и между организацией и более крупной системой, т.е. внешней средой. Понятие принципа «черного ящика» расширено Н.П. Бусленко [9] в понятие «агрегат» – элементарный объект, наделенный функциями преобразования входных ресурсов в результаты (продукция, услуги) деятельности объекта. Благодаря этому создается модель синтеза структуры и процессов, факторов внешней и внутренней среды.

Любые социально-экономические системы, обладающие диффузными свойствами, характеризуются «принципиальной стохастичностью» и «принципиальной неустойчивостью» [10], что приводит к росту разнообразия возможных форм, моделей и стратегий управления экономикой. «Принципиальная стохастичность» определена результатами действия отдельных, нерегулярных, непостоянных, незначительных, малых причин или одновременного воздействия множества сложных причин и вызывает неоднозначность и неопределенность, а в целом –

хаотичность поведения. «Принципиальная неустойчивость» системы обусловлена существованием жизненного цикла экономической системы, т.е. соответствует фундаментальной закономерности развития систем.

Диффузная экономическая система, как любая сложная система, должна поддерживать свои параметры и функции в определенном диапазоне на основе создания устойчивой внутренней среды относительно возмущающих воздействий внешней среды и происходящих случайных «отказов» в ней самой. Иначе, создавать свой гомеостаз, определенную форму устойчивого функционирования за счет адаптации и гибкости.

Как отмечалось ранее, в теории эволюционных изменений систему достаточно часто отождествляется с организмом, а любой организм означает систему, имеющую свои собственные цели, рожденные ее внутренней сущностью и определенными возможностями им следовать. Таким образом, цель эволюционного развития диффузной экономической системы очевидна – это новый гомеостаз, основанный на состоянии устойчивого неравновесия. При этом неравновесие будет определять способность экономической системы переходить из одного состояния в другое и стремлением двигаться по некоторой фазовой траектории. Но каждый из уровней этой траектории имеет свою оптимальную продолжительность, некоторое пространство параметров, поддерживающих гомеостаз, соответствующий потенциалу систем. Следовательно, гомеостаз это многопараметрическое пространство, в котором, несмотря на флуктуации, обеспечивается равновесие диффузной социально-экономической системы.

Как показывают исследования, любая диффузная система должна обладать свойством самоорганизации, т.е. способностью к выбору стратегий, а также механизмом их анализа и оптимального выбора, что обеспечит ее развитие и адаптацию к условиям внешней среды. При этом акценты в исследовании внешней среды должны быть смещены с приоритета анализа, выработки реакции для парирования воздействий внешней среды и адаптации к ней социально-экономических систем на приоритет создания собственного внешнего окружения. Устойчивость внутренней среды

диффузной системы измеряется относительно возмущающих воздействий внешней среды при определенном периоде ее жизненного цикла.

Управление функционированием социально-экономической системой с диффузными свойствами предполагает систему принятия решений в условиях неопределенности, обусловленной множественностью трудно измеряемых ее свойств. Поэтому для оценки эффективности функционирования диффузных систем должно применяться несколько критериев, определяющих эффективность и меру устойчивости в экономической сфере (финансовую состоятельность, деловую активность, рыночную устойчивость), потенциал технических, материальных и человеческих ресурсов в операционной деятельности, а также адаптивность, надежность и в целом жизнеспособность такой системы.

Выводы. Исследование процессов эволюционных изменений экономических систем и связанной с этим проблемой возникновения и развития диффузных свойств системы позволило получить следующие результаты:

показано, что диффузные процессы являются неотъемлемой составной частью активной экономической среды и обусловлены эволюционными изменениями и самоорганизацией, происходящей в социально-экономической системе. Функционирование таких систем предполагает существование стационарных и нестационарных режимов, определяемых нелинейностью экономических процессов и влиянием внешней среды. Рост нелинейности и усиление диффузных свойств системы приводит к возникновению хаотической динамики с возможностью перехода к гиперхаосу;

предложен теоретико-методологический подход, который позволяет исследовать функционирование социально-экономических систем в условиях эволюционных изменений. В его основу положенный сценарий возникновения и развития диффузных свойств системы и моделирование экономических процессов, которые происходят под их влиянием.

Список использованной литературы

1. Налимов В.В. Планирование эксперимента / В.В. Налимов. – М.: Наука, 1971. – 396 с.

2. Макаров В.Л. О применении метода эволюционной экономики / В.Л. Макаров // Вопросы экономики. – 1997. - №3. - С. 18-26.
3. Шумпетер Й. Теория экономического развития / Й. Шумпетер. - М.: Прогресс, 1982. – 401 с.
4. Пригожин И. Порядок из хаоса / И. Пригожин, И. Стенгерс. – М.: Прогресс, 1986. – 432 с.
5. Могилевский В.Д. Методология систем / В.Д. Могилевский. – М.: Экономика, 1999. – 256 с.
6. Нельсон Р. Эволюционная теория экономических изменений / Р. Нельсон, С. Уинтер. – М.: Дело, 2002.. – 536 с.
7. Маевский В.И. Эволюционная экономическая теория и некоторые проблемы современной российской экономики / В.И. Маевский // Эволюционная экономика: проблемы и противоречия теории и практики. - 2000. - № 1. – С. 73-80.
8. Амосов А.И. О формировании теории эволюционной экономики / А.И. Амосов // Эволюционная экономика: проблемы и противоречия теории и практики. - 2000. - № 1. – С. 8-17.
9. Бусленко Н.П. Лекции по теории сложных систем / Бусленко Н.П., Калашников В.В., Коваленко И.Н. – М.: Высшая школа, 2001. – 343 с.
10. Моисеев Н.Н. Избранные труды в 2-х томах / Н.Н. Моисеев. – М.: Тайдекс Ко, 2003. – 376 с.

1.8. ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ МЕТОДІВ ОЦІНКИ ЕНТРОПІЇ ДЛЯ АНАЛІЗУ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ

Анотація. У статті описуються різні види ентропії, побудовані на основі ентропії Шеннона, та можливості їх застосування до аналізу динаміки економічних систем. Наводяться теоретичні відомості, алгоритми розрахунку значень ентропій, в тому числі й з використанням процедури плаваючого вікна, а також інтерпретація отриманих значень з точки зору функціонування економічних систем. Окреслено подальші напрямки роботи у даній області.

Технології нашого сучасного світу отримують велику користь від багатства емпіричних знань і вміння будувати моделі, що базуються на знанні законів фізики. У цьому контексті методологічне вивчення науки є надзвичайно важливим та ефективним інструментом у створенні та поясненні сучасного світу, зокрема, у економіці, яка є одним з найголовніших інструментів для створення сучасної цивілізації. Однак закони, які формують сучасний світ та керують ним, належать, переважно, до фізики, і прийшли саме звідси в інші науки, в тому числі й економіку. Одним з таких понять, що останнім часом інтенсивно застосовується в економіці, є ентропія [1].

Ентропія – основне поняття, на якому ґрунтується другий закон термодинаміки. У наближеному визначенні другий закон полягає у властивості закритих систем прагнути до стану рівноваги. Відповідно до нього у замкнутій системі, що досягла свого рівноважного стану (термодинамічного), ніяка частина внутрішньої енергії системи не може бути перетворена у енергію механічну, і внутрішній безлад (хаос) поступово зростає [1]. Втручання у фізичну систему зовні може повернути процес зростання ентропії.

Одним з основних положень економічних шкіл є те, що економіка може дійти до точки рівноваги у випадку, коли її позбавити зовнішніх втручань. Однак, після досягнення такої точки рівноваги рух продовжується і економічна система може

перейти до стану дисбалансу. Це призводить як до економічного, так, врешті-решт, і до соціального дисбалансу, і такий процес може бути упереджений шляхом втручання в економічну, політичну та соціальну системи. Ці заходи є поясненням оборотності ентропійного процесу, як описано у другому законі термодинаміки. Для вивчення цього твердження можна розглядати економічні флуктуації країн, що розвиваються, де за поступовим ростом економіки часто слідує кризовий етап. Такі осциляції можуть бути і часто є об'єктом дослідження.

З точки зору сучасної поведінки економіки обидві економічні теорії – кейнсіанська і монетаристська – є неправильними: мабуть, немає жодного прикладу в минулому, коли застосування будь-якої з цих систем у державному управлінні призвело до великих успіхів у економіці, так як і немає жодної пропозиції стосовно того, що ж, з точки зору цих теорій, необхідно робити зараз у економіках багатьох країн, зокрема, для виходу з кризи або ж для упередження будь-якого кризового стану. Звичайно ж, це не значить, що будь-які твердження зі згаданих теорій були неправильними: багато постулатів цих теорій є такими, з якими погодиться будь-яка розумна людина. Однак, це означає, що обидві системи є неповними: часто трапляються випадки, коли поточна поведінка системи визначається фактором, який у відповідній теорії був не врахований.

Економічна система деякою мірою є механізмом, як описується у багатьох сучасних теоріях та дослідженнях. Навіть, скоріше, термодинамічною системою, аніж механізмом. Однак, можливості такої аналогії на даний момент не досліджені повністю. У відповідності з такою аналогією, провали застосування кейнсіанського та монетаристського механізму до поведінки сучасних економічних систем можуть бути віднесені, принаймні почасти, до неможливості згаданих теорій враховувати ентропію системи як основний фактор, що надзвичайно контролює економічні зміни та рівновагу, так же, як це робиться у термодинаміці.

Цілком можливо, що макроекономічна система не рухається в результаті втручання сил, що існують у вищезгаданих теоріях, а просто міняється, рухаючись у

напрямку зростання ентропії, що базується на основі законів природи та державного ладу, так же, як термодинамічна система змінює свій власний стан у бік зростання ентропії на основі законів збереження маси, енергії тощо.

Звичайно, не можна покладатись на поняття ентропії як на той єдиний, найважливіший неврахований фактор. Цілком можливо, що може існувати інший показник, що буде виявляти ще більший вплив на економічну систему. Однак, ентропія на даний момент є найбільш перспективним кандидатом, оскільки вона повністю відповідає економічним механізмам.

Варто зауважити, що фізична аналогія може послужити нам ще більше, аніж просто в якості основного пояснення внутрішнього механізму економічної системи. Наприклад, використання методів фізики може дозволити дати відповідь на такі питання, як: оцінка швидкості зміщення економічної системи до точки рівноваги; наскільки сильними будуть флуктуації економічної системи тощо. Для пошуку відповідей на подібні питання варто звернутись до ранніх робіт Ейнштейна, Фоккера-Планка тощо.

Загальне поняття ентропії

Розглянемо сучасні підходи до використання ентропійних характеристик системи для вимірювання динамічних властивостей складних (зокрема, економічних) систем.

У термодинаміці величина ентропії S є мірою кількості енергії у фізичній системі, яка не може бути використана для виконання роботи і є мірою хаосу, наявного в системі. Поняття ентропії було вперше введено у 1865 році Рудольфом Клаузіусом [2]. Він визначив зміну ентропії термодинамічної системи для процесу, що характеризується властивістю зворотності, як відношення зміни загальної кількості тепла ΔQ до величини абсолютної температури T :

$$\Delta S = \Delta Q / T .$$

Р. Клаузіус дав величині S назву «*ентропія*», що походить від грецького слова *τροπή* (зміна, перетворення). У 1877 р. Людвіг Больцман з'ясував, що ентропія системи може мати відношення до кількості можливих мікроскопічних станів («мікростанів»),

що узгоджуються з їх термодинамічними властивостями [3]. Больцман постулював, що

$$S = k_B \ln \Omega ,$$

де константу $k_B = 1.38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К ми знаємо як постійну Больцмана, а Ω є кількістю мікростанів, можливих в наявному макроскопічному стані. Цей постулат, відомий як принцип Больцмана, бере початок у статистичній механіці, яка описує термодинамічні системи, використовуючи статистичну поведінку компонентів, з яких вони складаються. Принцип Больцмана пов'язує мікроскопічні властивості системи (Ω) з однією з її термодинамічних властивостей (S).

Згідно з визначенням Больцмана, ентропія є функцією стану. Більш того, оскільки Ω може бути тільки натуральним числом, ентропія повинна бути додатньою, виходячи з властивостей логарифма.

Перенесення поняття ентропії з фізики у інші науки відбулось, коли Клод Шеннон [4] запропонував формулу для оцінки невизначеності кодової інформації в каналах зв'язку, відому як ентропія Шеннона:

$$S = -k \sum_{i=1}^n p_i \ln p_i ,$$

де p_i – ймовірність того, що символ i зустрічається в коді, який містить N символів, k – розмірний множник.

Аналогія між кількістю інформації та ентропією S , що визначається згідно із принципом Больцмана, очевидна: досить покласти множник k рівним постійній Больцмана k_B . Саме з цієї причини величину I називають *інформаційною ентропією*. Інформаційна ентропія (кількість інформації) була визначена за аналогією зі звичайною ентропією, і вона має властивості, характерні для звичайної ентропії: адитивність, екстремальні властивості тощо. Проте ототожнювати звичайну ентропію з інформаційною не можна, оскільки не є зрозумілим, яке відношення до інформаційних систем має другий початок термодинаміки.

Тракувати поняття ентропії з економічної точки зору можна по-різному. Про це свідчать і різні визначення ентропій на основі економічних часових рядів та їх інтерпретації.

Найпростішими з точки зору розуміння динаміки часового ряду та відповідної економічної системи є ентропії подібності та шаблонів. Ці ентропії дозволяють певним чином оцінити ступені подібності часового ряду на різних часових інтервалах, а також певним чином передбачити подальшу динаміку часового ряду. Базуючись певною мірою теж на ентропії Шеннона, ентропія подібності та ентропія шаблонів (як дещо удосконалене з точки зору розрахунків поняття ентропії подібності) показують логарифмічну ймовірність слідування подібних ділянок часового ряду одна за іншою.

Цілком обґрунтованим є і застосування формули ентропії Шеннона до вейвлет-коефіцієнтів, отриманих в результаті розкладу часового ряду по деякому сімейству вейвлетів. Оцінюючи на основі енергії вейвлет-коефіцієнтів за допомогою формули ентропії Шеннона загальну енергію масштабів, можна говорити про міру впливу механізмів, що діють на цих масштабах, на загальну поведінку ряду.

Складні взаємодії між індивідуумами у реальному світі можуть бути описаними за допомогою мережі. У такій мережі кожен індивідуум представляється окремим вузлом, зв'язки між вузлами представляють взаємодії. Останніми роками велике розповсюдження отримали мережі «малих світів» Уоттса і Строгача [5], а також безмасштабні мережі (scale-free networks) Барабаші та Альберта [6]. Їх моделі, як і інші, менш розповсюджені, описують статистичну поведінку суб'єктів з різних точок зору. Цілком зрозумілим є прагнення застосувати поняття ентропії і до таких складних мереж, тим більше, що для застосування цього поняття є всі підстави: мірою хаосу можуть служити різні характеристики взаємозв'язків між суб'єктами, наприклад, розподіл вузлів за кількістю зв'язків, зміна виду розподілу з часом, поведінка вузлів, що утворюють ядро мережі (мінімальний остівний граф) і т.п. Як показують дослідження таких мереж [5, 6, 7], використання поняття ентропії дозволяє краще зрозуміти внутрішню структуру, механіку мережі, та взаємодії між суб'єктами, а також ключові точки впливу на всю мережу.

Формулу Шеннона узагальнив Константіно Тсалліс [8] на випадок неекстенсивності (неадитивності) ентропії.

Нагадаємо, що екстенсивна величина – це характеристика системи, яка зростає із збільшенням масштабів (розміру) системи, тобто, якщо система складається з двох незалежних підсистем A і B , то ентропію всієї системи можна одержати додаванням ентропій підсистем:

$$S(A + B) = S(A) + S(B).$$

Саме ця властивість і означає екстенсивність, або адитивність ентропії.

У статистичній фізиці ентропія трактується через кількість мікростанів системи. Прагнучи, проте, визначити ентропію так, щоб вона залишалася екстенсивною величиною, статистична фізика (а точніше, кінетика) вимушена використовувати дискусійну гіпотезу молекулярного хаосу. Ця гіпотеза полягає у тому, що будь-які молекули, що стикаються, були до зіткнення ніяк не корельовані, тобто ніяк «не відчували» присутність одна іншої. Для багатьох (але не для всіх!) систем це є цілком природним припущенням. І саме з нього випливає згаданий вище вираз для ентропії замкненої системи. У статистичній фізиці показується, що така ентропія дійсно є адитивною величиною і приймає максимальне значення в стані рівноваги.

Причина цього полягає в тому, що у більшості систем сили взаємодії між частинами системи короткодіючі: кожна молекула відчуває лише декілька найближчих сусідів. Саме звідси випливає те, що термодинаміка таких макроскопічних систем – екстенсивна. Саме такі системи оточують нас в повсякденному житті. Але в природі є і «далеко діючі» сили: гравітаційні, інформаційні та ін. Виявляється, що в складних системах їх еволюція в даний момент часу залежить не тільки від параметрів системи в цей конкретний момент, але і від її параметрів за деякий минулий проміжок часу. Ефекти пам'яті можуть привести до порушення гіпотези про молекулярний хаос. Дійсно, вони можуть означати, що окремі частинки перед зіткненням «пам'ятають» одна іншу, їх рух не є повністю некорельованим. Але оскільки припущення про молекулярний хаос знаходиться в основі больцманівського виразу для ентропії, то цей вираз не придатний для систем з пам'яттю.

Таким чином, можна зробити наступний висновок: існують системи, в яких є сильні кореляції, сильна взаємодія між всіма частинами системи; це приводить до порушення

термодинамічної адитивності системи, тому їх не вдається описати больцманівською статистикою та термодинамікою. Тому для опису таких систем необхідний інший підхід, який би враховував наявність сильного зв'язку між всіма частинками системи.

Один із таких підходів базується на наступній ідеї Тсалліса: цілком можливо, що сильна взаємодія у термодинамічно аномальних системах настільки змінює картину, що приводить до абсолютно нових ступенів свободи, до абсолютно іншої статистичної фізики не-больцманівського типу. На теперішній час ця гіпотеза поки не доведена. Більш того, незрозуміло, що це за нові ступені свободи. Тому це твердження залишається поки лише гіпотезою. Але, з іншого боку, інтуїція підказує, що такий перехід у тому або іншому вигляді насправді може мати місце і важливо зрозуміти, до чого це може привести.

Якщо майже нічого не відомо про ці нові ступені свободи, то як же тоді можна одержати щось конструктивне? Тсалліс запропонував наступний підхід: оскільки статистика буде не-больцманівською, то вираз для ентропії буде вже іншим і тому необхідно обрати такий вираз для ентропії, який, по-перше, співпадав би із стандартним для випадку існування слабкого зв'язку між елементами системи, а по-друге, описував би неекстенсивні системи. З цією метою Тсалліс запропонував для стандартного виразу для ентропії обрати нову функцію – степеневу –

$$\ln(x) \Rightarrow \ln_q(x) \Rightarrow (x^{1-q} - 1)/(1 - q)$$

з числовим параметром q . Якщо q прямує до 1, $\ln_q(x)$ переходить в логарифм, у чому можна переконатися простим диференціюванням. Нова формула для q -ентропії має вигляд:

$$S_q = -\sum_i (p_i^q \ln_q(p_i)) = (1 - \sum_i p_i^q)/(q - 1).$$

Якщо $q \rightarrow 1$, то q -ентропія переходить в стандартну больцманівську ентропію.

Головний наслідок такої заміни полягає в тому, що q -ентропія є вже неекстенсивною (неадитивною) функцією. Якщо всю систему розбити на дві незалежні підсистеми A і B , то одержимо:

$$S_q(A + B) = S_q(A) + S_q(B) + (1 - q)S_q(A)S_q(B).$$

Отже, параметр q – це міра неекстенсивності системи.

В останні роки було показано, що часові ряди, які характеризують фінансово-економічні системи, характеризуються неекстенсивними величинами [9].

Не менш різноманітні і приклади застосування ентропії. Ідея всіх таких додатків пов'язана з екстремальними принципами природознавства – зростаюче значення ентропії характеризує зміну стану систем найрізноманітнішої природи в процесі їх природної еволюції. Відповідний принцип розвитку одержав назву «принцип максимуму ентропії». Розповсюдження другого початку термодинаміки на Всесвіт і всі процеси в ньому привело до уявлення про ентропійну «стрілу часу». Принцип максимуму ентропії застосовується, зокрема, у фізиці, лінгвістиці, екології, математиці, механіці, економіці, інформатиці тощо.

Актуальним є питання щодо напрямків застосування різних видів ентропійних показників щодо аналізу економічних часових рядів [10, 11, 12, 13, 14]. На даний момент в економічних застосуваннях використовується багато методів розрахунку ентропій: ентропія подібності [12] ентропія шаблонів [15], багатомасштабова ентропія, вейвлет-ентропія [16], ентропія Тсалліса [8]. Всі види ентропій використовують в якості початкових даних часові ряди. В той час як для перших трьох ентропій не передбачається будь-яке перетворення вихідного ряду, вейвлет-ентропія розраховується на основі вейвлет-розкладу ряду, що, враховуючи сутність вейвлет-перетворення, може бути джерелом додаткової інформації про стан системи.

Ентропія подібності

Метод розрахунку ентропії подібності наведено, зокрема, у [10, 12]. Ентропія подібності (Approximate Entropy, *ApEn*) є «статистикою регулярності», що визначає можливість передбачення флуктуацій в часових рядах. Інтуїтивно це означає, що наявність повторюваних шаблонів (послідовностей

певної довжини, побудованих із чисел ряду, що слідує одне за іншим) флуктуацій у часовому ряді призводить до більшої передбачуваності часового ряду порівняно із рядами, де повторюваності шаблонів немає. Порівняно велике значення $ApEn$ показує ймовірність того, що подібні між собою шаблони спостережень не будуть слідувати один за одним. Іншими словами, часовий ряд, що містить велику кількість повторюваних шаблонів, має порівняно мале значення $ApEn$, а значення $ApEn$ для менш передбачуваного (більш складного) процесу є більшим.

При розрахунку $ApEn$ для даного часового ряду S_N , що складається із N значень $t(1), t(2), t(3), \dots, t(N)$, вибираються два параметри, m та r . Перший з цих параметрів, m , вказує довжину шаблону, а другий – r – визначає критерій подібності. Досліджуються підпоследовності елементів часового ряду S_N , що складаються з m чисел, взятих починаючи з номера i , і називаються векторами $p_m(i)$. Два вектори (шаблони), $p_m(i)$ та $p_m(j)$, будуть подібними, якщо всі різниці пар їх відповідних координат є меншими за значення r , тобто якщо

$$|t(i+k) - t(j+k)| < r \text{ для } 0 \leq k < m.$$

Для множини P_m всіх векторів довжини m часового ряду S_N обраховуються значення

$$C_{im}(r) = \frac{n_{im}(r)}{N - m + 1},$$

де $n_{im}(r)$ – кількість векторів у P_m , що подібні вектору $p_m(i)$ (враховуючи вибраний критерій подібності r). Значення $C_{im}(r)$ є часткою векторів довжини m , що мають схожість із вектором такої ж довжини, елементи якого починаються з номера i . Для даного часового ряду обраховуються значення $C_{im}(r)$ для кожного вектора у P_m , після чого знаходиться середнє значення $C_m(r)$, яке виражає розповсюдженість подібних векторів довжини m у ряді S_N . Безпосередньо ентропія подібності для часового ряду S_N з використанням векторів довжини m та критерію подібності r визначається за формулою:

$$ApEn(S_N, m, r) = \ln \left(\frac{C_m(r)}{C_{m+1}(r)} \right),$$

тобто, як натуральний логарифм відношення повторюваності векторів довжиною m до повторюваності векторів довжиною $m+1$.

Таким чином, якщо знайдуться подібні вектори у часовому ряді, $ApEn$ оцінить логарифмічну ймовірність того, що наступні інтервали після кожного із векторів будуть відрізнятись. Менші значення $ApEn$ відповідають більшій ймовірності того, що за векторами слідує подібні їм. Якщо часовий ряд дуже нерегулярний, наявність подібних векторів не може бути передбачуваною і значення $ApEn$ є порівняно великим.

Зауважимо, що $ApEn$ є нестійкою до вхідних даних характеристикою, оскільки досить сильно залежить від параметрів m та r .

На рис. 1 подано динаміку зміни ентропії подібності для часових рядів індексу DowJones, що містять кризи 1929 року, 1987 року та 2008 року. Було взято ряди денних значень довжиною 2001 одиниця таким чином, щоб найбільше падіння (наприклад, 19.10.1987 р.) припадало на середину ряду (1001-ше значення). При обрахунку динаміки ентропії використовувалось вікно шириною 250 елементів та крок вікна 5 елементів.

З рисунка видно чутливість ентропії подібності до кризових явищ. До моменту найбільшого падіння значення ентропії наростає, що дозволяє говорити про посилення «внутрішньої температури» системи. Після падіння ентропія падає, часто суттєво з 1 (у відносних величинах) до 0. Варто зазначити подібність криз 1987 та 2008 років, коли ентропії в динаміці ведуть себе дуже схоже.

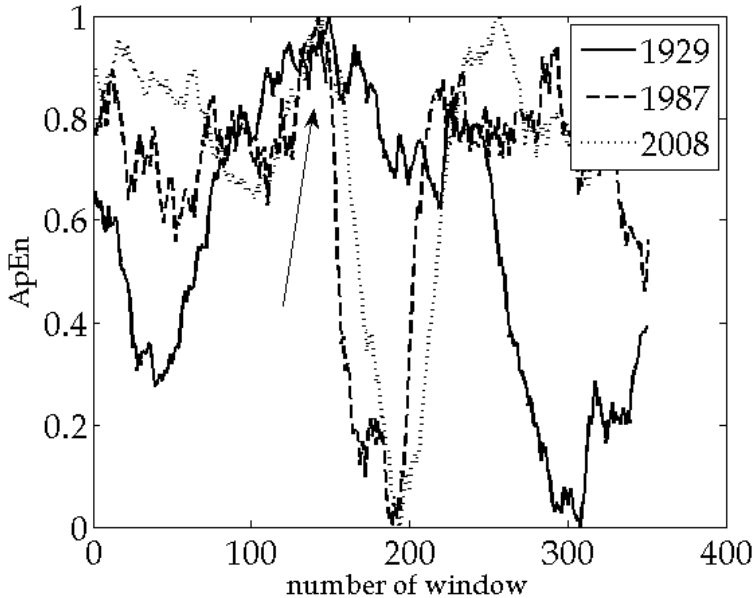


Рис. 1 Динаміка зміни ентропії подібності для часових рядів індексу DowJones, що містять кризи 1929 року, 1987 року та 2008 року

Ентропія шаблонів

При розрахунку $ApEn$, як було показано вище, враховується подібність певного вектору $p_n(i)$ до самого себе, що використовується для вилучення можливого значення $\ln 0$, яке може виникнути при відсутності подібних до даного векторів. Однак, вказана особливість призводить до нівелювання двох важливих характеристик у ентропії подібності:

- $ApEn$ сильно залежить від довжини досліджуваного шаблону (вектора) і є нижчою, ніж очікується, для векторів малої розмірності;
- $ApEn$ не враховує відносну щільність даних.

Це означає, що коли значення $ApEn$ для одного ряду є більшим, ніж для іншого, то воно повинно залишатись таким (проте не є) для будь-яких можливих початкових умов, тобто, вимог до довжини шаблону. Такий висновок тим більш важливий, оскільки $ApEn$ рекомендується в якості міри порівняння двох наборів даних різними авторами.

Враховуючи вказані обмеження, доцільно використовувати іншу характеристику – ентропію шаблонів (Sample Entropy, *SampEn*) [15].

При розрахунку *SampEn*, на відміну від алгоритму *ApEn*, додаються дві умови:

- не враховується подібність вектора самому собі;
- при розрахунку значень умовних ймовірностей *SampEn* не використовується довжина векторів.

На основі роботи [15] можна зробити висновок про те, що *SampEn*:

- більше, ніж *ApEn*, відповідає теорії випадкових чисел для ряду із відомою функцією щільності розподілу;
- зберігає відносну щільність, в той час як *ApEn* втрачає дану характеристику;
- додає значно меншу помилку до розрахованого значення у випадку використання векторів малої розмірності.

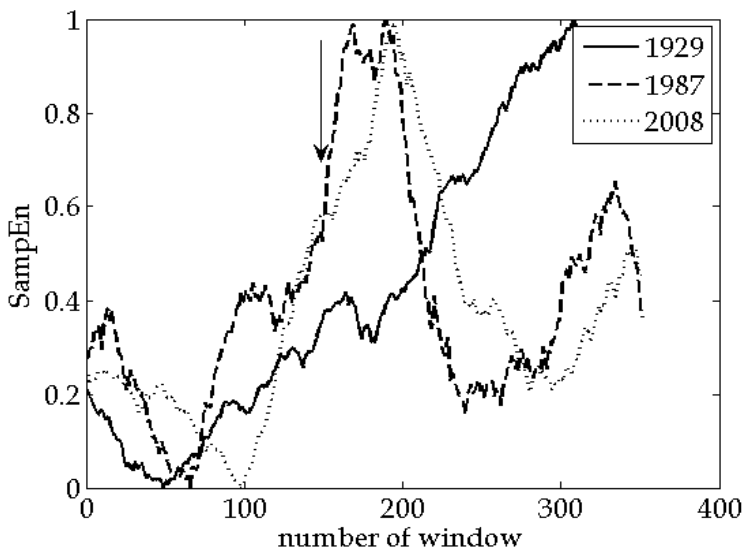


Рис. 2 Динаміка ентропії шаблонів для часових рядів індексу DowJones, що містять кризи 1929 року, 1987 року та 2008 року

На рис. 2 подано динаміку ентропії шаблонів. Параметри при обрахунку обрані аналогічно параметрам при обрахунку

ентропії подібності. Знову ж таки видно поступове зростання ентропії до моменту найбільшого падіння значення вихідного ряду. Однак, необхідно зауважити й подальше зростання ентропії протягом деякого часу навіть після найбільшого падіння індекса. Також знову необхідно відмітити подібність динаміки показника ентропії для криз 1987 та 2008 років. Криза 1929 років була більш затяжною, про що й свідчить показник динаміки ентропії для відповідного ряду. Стрілкою, як і раніше, зображено момент входження найбільшого падіння вихідного ряду у рухоме вікно.

Багатомасштабна вейвлет-ентропія

Вейвлет-аналіз є методом, що полягає у введенні відповідного базису та характеристики часового ряду шляхом розподілу амплітуд (відліків ряду) у введеному базисі. Якщо при введенні базису висувається вимога до його ортогональності, будь-яка досліджувана функція може бути єдиним чином розкладена в ньому, причому такий розклад дозволяє відновлювати ряд.

Дискретне вейвлет-перетворення дозволяє отримувати представлення часового ряду, коли його значення складаються з коефіцієнтів у послідовності вейвлетів. Такі вейвлет-коефіцієнти надають повну інформацію про ряд та дозволяють безпосередньо отримувати локальні енергії його складових на різних масштабах. Більш того, інформація може бути організована у вигляді ієрархічної схеми вкладених підпросторів, що дістала назву багатомасштабного аналізу. Базою вейвлет-перетворення є деяка функція ψ , що називається материнським вейвлетом.

Для опису основ вейвлет-ентропії звернемось до [14, 16].

Нехай маємо часовий ряд X , що складається зі значень (відліків) x_i , $i = 1, \dots, M$, поданих на рівномірній сітці з частотою (часом вибірки) ω_s (t_s). В результаті, при використанні множини масштабів $1, \dots, N$, буде отримано наступне вейвлет-перетворення:

$$X(t) = \sum_{j=1}^N \sum_k C_j(k) \psi_{j,k}(t) = \sum_{j=1}^N r_j(t).$$

$r_j(t)$ містить інформацію про ряд X відповідно на частотах $2^{j-1}\omega_s \leq |\omega_s| \leq 2^j\omega_s$.

Оскільки сімейство $\{\psi_{j,k}(t)\}$ є ортонормованим базисом в $L^2(R)$, можна використовувати концепцію енергії з використанням відповідної термінології, взятої з теорії розкладів Фур'є. Вейвлет-коефіцієнти, що отримуються як $C_j(k) = \langle S, \psi_{j,k} \rangle$, дозволяють енергію на кожному масштабі $j = 1, \dots, N$ інтерпретувати як енергію елементів ряду

$$E_j = \|r_j\|^2 = \sum_k |C_j(k)|^2.$$

Загальна енергія ряду може бути отримана у вигляді

$$E_{tot} = \|X\|^2 = \sum_{j=1}^N \sum_k |C_j(k)|^2 = \sum_{j=1}^N E_j.$$

На основі отриманих значень, можна визначити нормалізовані значення p_j , що представляють відносну вейвлет-енергію

$$p_j = \frac{E_j}{E_{tot}}$$

на масштабах $j = 1, \dots, N$. Значення p_j , що взяті на різних масштабах, утворюють розподіл імовірності енергії:

$$\sum_{j=1}^N p_j = 1.$$

Розподіл $\{p_j\}$ може розглядатись як часово-масштабова щільність, що є корисним інструментом для визначення характеристик та особливостей часового ряду як у часовому, так і частотному просторах.

Необхідним критерієм для аналізу та порівняння розподілу ймовірності є ентропія Шеннона. Вона надає міру інформації, що міститься в будь-якому розподілі. Визначимо нормалізовану загальну вейвлет-ентропію (Normalized Total Wavelet Entropy, *NTWE* [16]) як

$$E_{WT} = \frac{-\sum_{j=1}^N p_j \cdot \ln p_j}{X_{\max}},$$

де $X_{\max} = \ln N$ є нормалізаційною константою. *NTWE* може використовуватись як міра ступеня регулярності (хаотичності) часового ряду, і, таким чином, надавати корисну інформацію про приховані динамічні процеси, асоційовані з часовим рядом. Впорядкований процес, навпаки, може бути представлений періодичним моночастотним часовим рядом, тобто рядом з вузьким частотним спектром. Вейвлет-подання такого часового ряду буде використовувати лише один масштаб, тобто всі відносні вейвлет-енергії будуть майже рівні нулю на всіх масштабах, за виключенням масштабу, що містить репрезентативну частоту ряду. На цьому масштабі відносна енергія буде майже рівною 1. Відповідно, *NTWE* буде набувати дуже малого значення.

Часовий ряд, що відповідає випадковому процесу, буде демонструвати надзвичайно неупорядковану поведінку. Такий вид часових рядів буде мати вейвлет-представлення з порівняно великими значеннями на всіх частотних масштабах. Більш того, можна очікувати, що всі значення будуть приблизно однакові (одного порядку). Відповідно, відносні вейвлет-енергії на всіх масштабах будуть практично рівними між собою, і *NTWE* буде набувати свого найбільшого можливого значення.

Логічним продовженням удосконалення алгоритмів розрахунку характеристик вейвлет-ентропії є розбиття часового ряду на вікна, що не перекриваються. Для розрахунку нових характеристик вибираються вікна довжини L та утворюються i інтервалів, $i = 1, \dots, N_T$, де $N_T = \frac{M}{L}$. На кожному інтервалі відповідні значення часового ряду асоціюються з центральною точкою часового вікна. У випадку діадичного вейвлет-розкладу кількість вейвлет-коефіцієнтів на рівні j удвічі менша за кількість на попередньому рівні, $j + 1$. Тому найменша довжина відповідного вікна буде включати щонайменше один вейвлет-коефіцієнт на кожному масштабі.

Вейвлет-енергія на масштабі j для часового вікна i розраховується за формулою

$$E_j^{(i)} = \sum_{k=(i-1)L+1}^{iL} |C_j(k)|^2, \quad i=1, \dots, N_T.$$

Загальна енергія у цьому часовому вікні буде рівна

$$E_{tot}^{(i)} = \sum_{j=-N}^{-1} E_j^{(i)}.$$

Зміна з часом відносної вейвлет-енергії та нормалізованої загальної вейвлет ентропії може бути отримана за формулою:

$$p_j^{(i)} = \frac{E_j^{(i)}}{E_{tot}^{(i)}}, \quad E_{WT}^{(i)} = - \sum_{j=-N}^{-1} p_j^{(i)} \cdot \frac{\ln p_j^{(i)}}{X_{\max}}.$$

Особливості алгоритму розрахунків

При розрахунку коефіцієнтів використовуються наступні типи вейвлет-перетворень [14]:

- неперервне вейвлет-перетворення – розрахунок неперервних вейвлет-коефіцієнтів часового ряду t на цілих додатніх масштабах з використанням в якості материнського вейвлета похідної 8-го порядку функції Гауса;
- дискретне вейвлет-перетворення – розрахунок дискретних вейвлет-коефіцієнтів часового ряду t на дійсних додатніх масштабах у просторі з ортонормованим базисом із сімейства материнських функцій Морле з шістьма хвилями та періодами, що є дійсними степенями двійки;
- дискретне вейвлет-перетворення з цілими масштабами – розрахунок дискретних вейвлет-коефіцієнтів часового ряду t на цілих додатніх масштабах у просторі з базисом із сімейства материнських функцій, що є похідними 2-го порядку функції Гауса.

При виконанні вейвлет-перетворення до вихідного ряду зліва та справа додавались його екземпляри, що дозволило отримувати однакову кількість вейвлет-коефіцієнтів на всіх масштабах. Тому в подальшому для позначення вейвлет-коефіцієнтів (та відповідних енергій) використовуватимемо нижні індекси виду C_{ij} , де i – номер масштабу, j – номер точки.

В якості базової формули розрахунку значення ентропії нами було обрано ентропію Шеннона внаслідок досить простого

методу отримання розподілу щільності ймовірності енергій часового ряду.

На основі енергій вейвлет-коефіцієнтів було визначено два показники вейвлет-ентропії – масштабової та точкової ентропії. У випадку розрахунку масштабової вейвлет-ентропії формула Шеннона застосовується до оброблених даних по масштабах, в іншому випадку обробка даних проводиться за часовою шкалою.

При розрахунку обох показників вейвлет-ентропії спочатку знаходиться поле енергій вейвлет-коефіцієнтів $E_{ij} = C_{ij}^2$, яке нормалізується середнім квадратичним відхиленням вихідного часового ряду $\tilde{E}_{ij} = \frac{E_{ij}}{\sigma_i}$. Подальші кроки залежать від виду розраховуваної ентропії.

Для розрахунку масштабової ентропії визначається розподіл щільності ймовірності енергій $p_{ij} = \frac{\tilde{E}_{ij}}{\tilde{E}_{tot}}$, де

$E_{tot} = \sum_i \sum_j \tilde{E}_{ij}$. Значення ентропії знаходяться за формулою

$$E_{WS} = -\sum_i \left(\left(\sum_j p_{ij} \right) \cdot \frac{\log_2 \sum_j p_{ij}}{\log_2 N} \right),$$

де $\log_2 N$ – константа, що є нормалізуючим множником, N – кількість елементів часового ряду.

Для розрахунку точкової ентропії визначаються суми енергій на кожному масштабі $\tilde{E}_i = \sum_i \tilde{E}_{ij}$ та знаходиться

розподіл щільності ймовірності енергій шляхом ділення енергій вейвлет-коефіцієнтів на сумарну енергію відповідного масштабу

$p_{ij} = \frac{\tilde{E}_{ij}}{\tilde{E}_i}$. Значення ентропії у кожній точці знаходиться за

формулою Шеннона

$$E_{WP} = -\sum_i \left(\left(\sum_j p_{ij} \right) \cdot \frac{\log_2 \sum_j p_{ij}}{\log_2 N} \right).$$

На рис. 3 зображено динаміку зміни вейвлет-ентропії для часового ряду індексу DowJones, що містить кризу 2008 року. Використовувались масштаби від 1 до 200, вікно шириною 500 елементів та крок вікна 10 елементів.

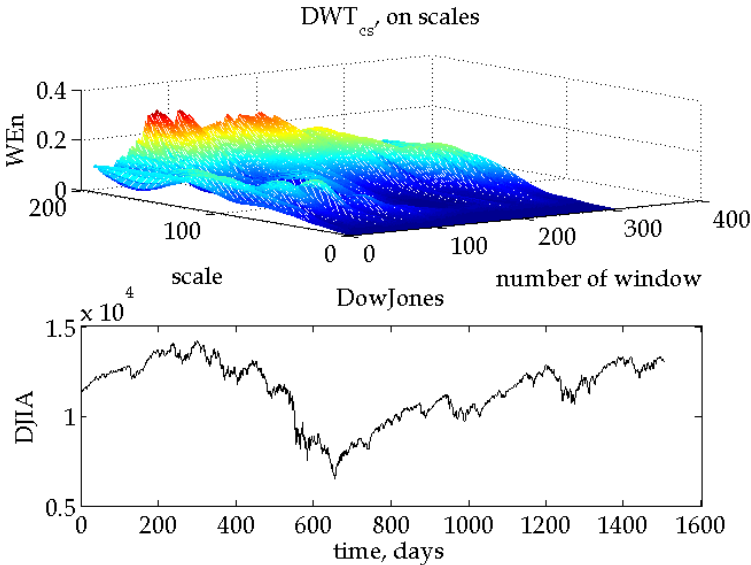


Рис. 3 Динаміка зміни вейвлет-ентропії для часового ряду індексу DowJones, що містить кризу 2008 року

З рисунка добре видно різну поведінку значень ентропії на різних масштабах. Як показують результати досліджень, найбільш інформативними є масштаби в околі 100. Тут добре видно динаміку зростання ентропії при наближенні вікна до значення найбільшого падіння. Окрім того, більш детальне дослідження динаміки поведінки ентропії на окремих масштабах дозволяє виокремити деякі приховані механізми функціонування економічної системи і навіть пробувати прогнозувати подальшу поведінку системи. Роботи по дослідженню вейвлет-ентропії та її динаміки продовжуються в

напрямку прогнозування кризових явищ у економічних системах.

Ентропія Тсалліса

Як вказувалось вище, ентропія Тсалліса є узагальненням до неаддитивної (чи екстенсивної) міри,

$$S_q = \frac{1 - \int f(x)^q dx}{q - 1},$$

де q – міра неаддитивності (екстенсивності), така що

$$S_q(A + B) = S_q(A) + S_q(B) - (1 - q)S_q(A)S_q(B).$$

Великі значення q відповідають довгочасовим залежностям між станами системи і можуть розглядатись як параметр довгої пам'яті. Ентропія Тсалліса зводиться до ентропії Шеннона у випадку, коли $q \rightarrow 1$, так що $\lim_{q \rightarrow 1} S_q = S_S$.

Принцип максимуму ентропії для S_q за умов

$$\int f(x)dx = 1, \quad \frac{\int x^2 f(x)^q dx}{\int f(y)^q dy} = \sigma^2$$

відповідає функції щільності розподілу, що називається q - Гаусіаном,

$$f(x) = \frac{\exp_q(-\beta_q x^2)}{\int \exp_q(-\beta_q x^2) dx} \propto \frac{1}{Z} (1 + (1 - q)(-\beta_q x^2))^{1/(1-q)}.$$

β_q і Z залежать від q , а $\exp_q(x)$ є q -експоненційною функцією, що визначається як

$$\exp_q(x) = \begin{cases} (1 + (1 - q)x)^{1/(1-q)}, & \text{если } 1 + (1 - q)x > 0 \\ 0, & \text{если } 1 + (1 - q)x \leq 0 \end{cases}$$

Для $q \rightarrow 1$ q -гаусіан відповідає звичайному розподілу Гауса.

Випадки $q > 1$ і $q < 1$ відповідають субекстенсивності та суперекстенсивності. Сам показник q можна розглядати як пороговий параметр: $q < 1$ показує перевагу рідкісних явищ, тоді як $q > 1$ відповідає перевазі явищ, що повторюються [8].

У роботі [17] робиться припущення, що показник q сам по собі є не мірою складності системи, а мірою її неекстенсивності. При дослідженні динаміки ентропії Тсалліса S_q також спостерігаються зміни її значення з часом для даного q , що свідчить про зміну складності системи з часом. Менше значення S_q відповідає часовому ряду з меншою складністю.

Процедура розрахунку параметра q

Параметр q розраховується з функції кумулятивного розподілу

$$P_{q,k}(X \geq x) = \left(1 - \frac{(1-q)x}{k}\right)^{\frac{1}{1-q}},$$

де k визначає обмеження, а q – міру неекстенсивності. Проте, використання математичних і чисельних методів розрахунку параметра призводить до системи нелінійних рівнянь, розв'язок якої визначається з дуже великою похибкою (при значеннях q порядку 1.5 отримана похибка становить $\pm 0.3 - 0.5$), тому для знаходження значення необхідний інший підхід, що мінімізує похибку розрахунку.

Такий підхід запропонований у роботі [13] і використовує для оцінки значення параметра метод максимальної правдоподібності з попереднім приведенням функції розподілу до розподілу Парето. Вказаний метод включає:

- 1) репараметризацію початкового розподілу;
- 2) виведення оцінок для методу максимальної правдоподібності (ММП);
- 3) реалізацію ММП з виведеним розподілом і оцінками;
- 4) повернення до початкових параметрів.

Репараметризація вихідного розподілу

Визначимо нові параметри:

$$\theta = -\frac{1}{1-q}, \quad \sigma = \theta k,$$

для яких відновлення початкових буде здійснюватись за формулами

$$q = 1 + \frac{1}{\theta}, \quad k = \frac{\sigma}{\theta}.$$

В системі нових параметрів функція кумулятивного розподілу набуде наступного вигляду:

$$P_{\theta, \sigma}(X \geq x) = \left(1 + \frac{x}{\sigma}\right)^{-\theta}.$$

Тому щільність ймовірності в такій системі параметрів може бути записана таким чином:

$$p_{\theta, \sigma}(x) = \frac{\theta}{\sigma} \left(1 + \frac{x}{\sigma}\right)^{-\theta-1}.$$

Випадкова величина Y буде відповідати розподілу Парето з масштабним коефіцієнтом α та відсіканням y_0 у випадку,

якщо $p(y) = 0$ при $y < y_0$, і $p(y) \propto \left(\frac{y}{y_0}\right)^{-\alpha-1}$ у протилежному

випадку. Тому, якщо випадкова величина X має q -розподіл, то

величина $1 + \frac{x}{\sigma}$ буде мати розподіл Парето з відсіканням 1 і

масштабним коефіцієнтом θ . Згідно з класифікацією розподілів Парето [18] отриманий розподіл належить до 2-го типу узагальнених розподілів Парето, стандартна форма якого має

вигляд $P(X \geq x) = \left(1 + \frac{x - \mu}{\sigma}\right)^{-\alpha}$. При $\mu = 0$ та $\alpha = \theta$ буде

отримано початковий розподіл Парето, якщо взяти $\sigma = x_0$ та

$\mu = \sigma$. Оцінка параметрів розподілу може бути отримана за

допомогою процедури ММП [13, 18]. Тому подальші

викладення є особливим випадком такої процедури, отриманим для цього виду розподілів.

Параметри процедури ММП для випадку q -гаусіана

Для моделі q -гаусіана з параметрами θ і σ функція лог-розподілу для послідовності незалежних рівномірно розподілених значень $X_1 = x_1, X_2 = x_2, \dots, X_n = x_n$ (скорочено

$X_1^n = x_1^n$) матиме вигляд

$$\log p_{\theta,\sigma}(x_1^n) = -n \log \sigma + n \log \theta - (\theta + 1) \sum_{i=1}^n \log 1 + \frac{x_i}{\sigma} \equiv l(\theta, \sigma),$$

де $\log p_{\theta,\sigma}$ - логарифм правдоподібності комбінації параметрів θ та σ .

Для знаходження параметрів оцінки ММП знайдемо частинні похідні логарифма правдоподібності за параметрами і привіняємо їх до 0:

$$\frac{\partial l}{\partial \theta} = \frac{n}{\theta} - \sum_{i=1}^n \log 1 + \frac{x_i}{\sigma},$$

$$\hat{\theta} = n \left(\sum_{i=1}^n \log 1 + \frac{x_i}{\sigma} \right)^{-1}.$$

Аналогічно для масштабного параметра σ :

$$\frac{\partial l}{\partial \sigma} = -\frac{n}{\sigma} + \frac{\theta + 1}{\sigma^2} \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{1 + x_i / \sigma},$$

$$\hat{\sigma} = \frac{\theta + 1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{1 + x_i / \hat{\sigma}}.$$

Подані вище рівняння дають оцінку ММП для θ та σ відповідно у разі, якщо відомі інші параметри. Значення θ може бути розраховане безпосередньо, оскільки відомо, що в розподілі Парето $\hat{\alpha} = n / \sum_{i=1}^n \log(x/x_0)$, тоді як інше значення

розраховується за допомогою розв'язку відповідного рівняння. Безпосередньо визначені критерії ММП на зразок отриманих виявляються в деяких узагальнених експоненціальних розподілах, наприклад, таких, як широко відомі у фізиці «розтягнуті експоненти» або «розподіли Вейбулла».

У випадку, якщо жодне зі значень, θ чи σ , невідоме (тобто, не можна знайти q і k в початковому розподілі), тоді послідовний розв'язок рівнянь для цих параметрів дає об'єднану оцінку правдоподібності. Підставляючи значення з одного рівняння в інше, одержимо оцінку $\hat{\sigma}$ і рівняння наступного виду:

$$\hat{\sigma} = \frac{1}{n} \left(1 + n \left(\sum_{i=1}^n \log 1 + \frac{x_i}{\sigma} \right)^{-1} \right) \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{1 + (x_i/\hat{\sigma})}.$$

Таке рівняння може бути розв'язане з використанням чисельних методів. Підставляючи розв'язок отриманого рівняння, знаходимо $\hat{\theta}$, після знаходимо значення \hat{q} і \hat{k} .

Дослідження часових рядів і процедура рухомого вікна

Реалізація розрахунків q і S_q для послідовності спостережень x_i , $i = 1, \dots, T$, включає наступні кроки.

Визначимо рухоме вікно W з K спостереженнями, $W = \{x_{i+k-1}, k = 1, \dots, K\}$, для розрахунку дискретного розподілу ймовірності шляхом розбиття W на n станів, $x_0 < x_1 < \dots < x_n$. Тут $x_0 = \min(W)$, $x_n = \max(W)$. Введемо множину інтервалів, що не перекриваються, $\{I_i = [x_{i-1}, x_i], i = 1, \dots, n\}$ так, щоб $D = \bigcup_{i=1}^n I_i$, де $D = x_n - x_0$ – це діапазон вікна W .

Ймовірність p_i того, що деяке значення $x_i \in I_i$, розраховується як відношення кількості спостережень, що належать даному інтервалу I_i , до загальної кількості спостережень K . Потім, застосовуючи формулу

$$S_q = k \frac{1}{q-1} \left(1 - \sum_{i=1}^w p_i^q \right),$$

при $k=1$ і знайденому, як описано вище, значенні q , отримаємо шукане значення ентропії S_q . При постійному зміщенні вікна по ряду спостережень знайдемо залежність розраховуваного значення q чи S_q від часу.

На розрахунок динаміки значень істотно впливають наступні умови:

1. *Кількість станів.* При надто малій чи надто великій кількості станів (інтервалів) розподіл ймовірності отримується недостатньо точним або вироджується, тому для розрахунків використовувалася кількість інтервалів, рівна 10% від загальної кількості спостережень у вікні, тобто $n = \lceil 0.1K \rceil$.

2. *Метод розбиття*. Існує два методи для розбиття вікна на інтервали I_i : (а) фіксоване розбиття, коли уся множина спостережень один раз розбивається на необхідну кількість станів, і (б) адаптивне розбиття, коли розподіл ймовірності будується окремо для кожного вікна. Адаптивне розбиття адекватніше описує зміни в часовому ряді і більше відповідає процедурі дослідження.

3. *Оцінка q* . Для оцінки використовувалася процедура, описана вище, і відповідна функція, реалізована в інструментальному середовищі [13]. Для нормальної роботи реалізованого методу потрібна наявність мінімально достатньої кількості спостережень у вікні; для досліджуваних рядів експериментально було встановлено значення $K \geq 500$.

4. *Крок зміщення вікна Δ* . Для дослідження тонкої структури динаміки показників, що розраховуються, встановлювався крок $\Delta = 1$. Для складання загального уявлення про динаміку вибирався крок $\Delta = 5$ або $\Delta = 10$.

Дослідження поведінки ентропії Тсалліса дозволило зробити наступні попередні висновки.

По-перше, загальні тренди графіків динаміки ентропії Тсалліса та динаміки значень початкового ряду часто співпадають, а тому графік ентропії Тсалліса практично ніякої нової інформації не несе. По-друге, при розрахунку значення ентропії суттєвим може бути навіть єдине значення з розподілу, а тому такий результат не може нести інформацію про узагальнену поведінку складної системи.

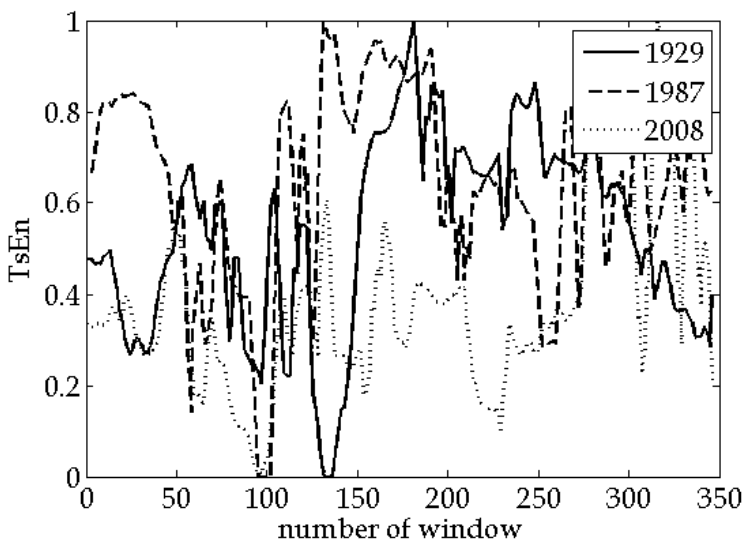


Рис. 4 Динаміка зміни показника q для часових рядів індексу DowJones, що містять кризи 1929 року, 1987 року та 2008 року

На рис. 4 подано динаміку зміни показника q для досліджуваних рядів. Параметри вікна задавались такими ж, що й раніше. З рисунка важко сказати, що у такому вигляді ентропія Тсалліса є яскравим показником, що дозволяє характеризувати часовий ряд. Однак, навіть у такому вигляді можна бачити наростання значення показника q до найбільшого падіння та поступове його вирівнювання і повернення до початкових, передкризових, значень. Багато в чому результати залежать від точності процедури, яка ще, на даний момент, удосконалюється і проводяться відповідні роботи з дослідження поведінки та інформативності ентропії Тсалліса.

Проведення додаткових досліджень з використанням багатомасштабної процедури дозволили зробити наступні висновки:

- 1) багатомасштабна процедура не несе нової інформації про часовий ряд; більше того, значення ентропії Тсалліса на різних масштабах ведуть себе інваріантно;
- 2) збільшення масштабу призводить до зменшення чутливості

показника неекстенсивності q , внаслідок чого можна спостерігати на більших масштабах лише за великими змінами у тренді ряду.

Таким чином, багатомасштабна ентропія Тсалліса не надає ніякої додаткової інформації до тієї, що може бути отримана за допомогою звичайної процедури розрахунку ентропії та процедури рухомого вікна для дослідження динаміки ентропії. При розрахунку ентропії Тсалліса всю інформацію несе показник неекстенсивності q , а не показник ентропії. Окрім того, суттєвим є поведінка динаміки показника неекстенсивності q .

Ентропія мереж

Поняття ентропії мереж базується (як і багато інших) на понятті ентропії Шеннона. Існує багато підходів до визначення ентропії мережі.

Соле і Вальверде [7] подають визначення ентропії мережі як

$$H(q) = - \sum_{k=1}^N q(k) \log(q(k)),$$

де $q = (q(1), q(2), \dots, q(N))$, а $q(k)$ визначається як

$$q(k) = \frac{(k+1)P_{k+1}}{\langle k \rangle}$$

і називається залишковим степенем вузла, де P_{k+1} є розподілом степенів вузлів, а $\langle k \rangle$ - середнім значенням степенів.

Іншим підходом, більш складним, є визначення поняття ентропії мережі на основі випадкових ненаправлених мереж (що описуються неорієнтованими графами, як це часто буває у економічних моделях) [11]. Для таких мереж N - загальна кількість вузлів, а p - ймовірність існування зв'язку для будь-яких двох вузлів. Загалом $p \in [0,1]$. У випадку, коли $p=1$, загальна кількість вузлів у ядрі мережі становить $N(N-1)/2$ (кожний агент мережі зв'язаний з будь-яким іншим агентом). Позначивши $M = N(N-1)/2$, можна записати розподіл ймовірності існування зв'язків, використовуючи біноміальний розподіл:

$$P(m) = \frac{M!}{m!(M-m)!} p^m \cdot (1-p)^{M-m}, \quad m = 0, 1, 2, \dots, M.$$

Для M можливих зв'язків і m наявних зв'язків загальна формула визначення кількості рівна:

$$C_M^m = \frac{M!}{m!(M-m)!}.$$

Ця формула базується на припущенні, що різні вузли графа відрізняються один від одного.

Позначимо можливі конфігурації як $\Omega(N, p)$ з загальною кількістю вузлів N і ймовірністю p . Тоді:

$$\Omega(N, p) = \sum_{m=0}^N C_M^m = \sum_{m=0}^M \frac{M!}{m!(M-m)!}, \quad M = N(N-1)/2.$$

Для кожного значення m існує C_M^m можливих конфігурацій відповідно. Усі конфігурації можуть траплятися з однаковою ймовірністю, $1/C_M^m$. При використанні умовної ймовірності існування m зв'язків у мережі її формула буде наступною:

$$P_i = P(m)/C_M^m = p^m (1-p)^{M-m}, \quad i = 1, 2, \dots, \Omega(N, p).$$

Оскільки ймовірності кожної з C_M^m конфігурацій для заданого m рівні, то значення ентропії для загальної кількості $\sum_{i=0}^M C_M^m$ конфігурацій може бути записаним як

$$\begin{aligned} S(N, p) &= -C_M^0 (p^0 (1-p)^{M-0}) \log_2 (p^0 (1-p)^{M-0}) \\ &\quad - C_M^1 (p^1 (1-p)^{M-1}) \log_2 (p^1 (1-p)^{M-1}) \\ &\quad - \dots - C_M^M (p^M (1-p)^{M-M}) \log_2 (p^M (1-p)^{M-M}) \\ &= \sum_{m=0}^M C_M^m (p^m (1-p)^{M-m}) \log_2 (p^m (1-p)^{M-m}). \end{aligned}$$

Таким чином, використовуючи деякі спрощення, можна отримати ентропію випадкової мережі на основі її конфігурації у загальному вигляді:

$$S(N, p) = - \sum_{m=0}^M C_M^m (p^m (1-p)^{M-m}) (m \log_2 p + (M-m) \log_2 (1-p))$$

$$\begin{aligned}
&= -\sum_{m=0}^M P(m)(m \log_2 p + (M - m) \log_2 (1 - p)) \\
&= \langle m \rangle \log_2 p - \langle M - m \rangle \log_2 (1 - p).
\end{aligned}$$

У випадку, коли $M \rightarrow \infty$ при $N \rightarrow \infty$ $P(m)$ наближається до Гаусового розподілу:

$$\begin{aligned}
P(m) &= \frac{1}{\sigma_M \sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(m - \langle m \rangle)^2}{2\sigma_M^2}\right), \\
\langle m \rangle &= M_p = \frac{1}{2} N(N - 1)p, \\
\sigma_M &= \sqrt{Mp(1 - p)} = \sqrt{N(N - 1)p(1 - p)/2}.
\end{aligned}$$

В решті-решт, ентропія мережі буде знаходитись за формулою:

$$\begin{aligned}
S(N, p) &= -M(p \log_2 p + (1 - p) \log_2 (1 - p)) \\
&= -\frac{1}{2} N(N - 1)(p \log_2 p + (1 - p) \log_2 (1 - p)).
\end{aligned}$$

Зауважимо, що вказані моделі ентропії мережі є лише етапами дослідження, що продовжується у даний час.

Список використаної літератури

1. Кубо Р. Термодинамика / Кубо Р. // Пер с англ. – М., 1970.
2. Clausius R. Über verschiedene für die Anwendung bequeme Formen der Hauptgleichungen der mechanischen Wärmetheorie // Ann. Phys. Folge 2, 1865. -Bd. 125.- S. 353-400.
3. Boltzmann L. Weitere Studien über das Wärmegleichgewicht unter Gasmolekülen // Sitzber. Acad. Wiss. Wien. 1872, Bd. 66.– S. 275-376.
4. Shannon C.E. A mathematical theory of communications // Bell Systems Tech. J., 1948. -V. 27. – P.623-656.
5. Watts D.J., Strogatz S.H. Collective dynamics of “small-world” networks // Nature 393, 440-442 (1998).
6. Barabási A.-L., Albert R., Jeong H., Bianconi G. Power-law distribution of the world wide web // Science 287, 2115 (2000).
7. Sole R.V. Valverde S. Information theory of complex networks: on Evolution and Architectural constraints // Lect. Notes Phys., 2004 –

650 189 (Berlin: Springer).

8.Tsallis C. Introduction to Nonextensive Statistical Mechanics, Approaching a Complex World // Springer, New York, 2009.– 382 p.

9.Borland L. Long-range memory and nonextensivity in financial markets // *Econophysics news*, 2005.- V .36.- №6. – P.228-231.

10.Joshua S., Richman J., Moorman R. Physiological time-series analysis using approximate entropy and sample entropy // *Am. J Physiol. Heart Circ. Physiol.* 278: H2039-H2049, 2000.

11.Li J. et al. Network entropy based in topology configuration and its computation to random networks. // *Chin. Phys. Lett.* Vol. 25, No. 11 (2008) 4177.

12.Pincus S.M. Approximate entropy as a measure of system complexity // *Proc. Natl. Acad. Sci.* Vol.88. – P. 2297-2301.

13.Shalizi C.R. Maximum likelihood estimation for q-exponential (Tsallis) distributions / C.R.Shalizi // [Електронний ресурс] – Режим доступа: arXiv:math/0701854v2 [math.ST] 1 Feb 2007.

14.Соловійов В.М., Шарапов О.Д. Використання вейвлет-ентропії для аналізу складних економічних систем // *Міжвідомчий наук. збірник “Моделювання та інформаційні системи в економіці”* – Київ: КНЕУ, 2008. Вип.78. - С.170-182.

15.Douglas E. Lake, Joshua S. Richman, M. Pamela Griffin, J. Randall Moorman. Sample entropy analysis of neonatal heart rate variability // *Am. J. Physiol. Integr. Comp. Physiol.*, V. 283, 2002. – P.789-797.

16.Zunino L., Perez D.G., Garavaglia M., Rosso O.A. Wavelet entropy of stochastic processes” // e-print: arXiv:physics/0603144v1 [physics.data-an] 17 Mar 2006.

17.Potirakis S.M. Dynamical analogy between economical crisis and earthquake dynamics within the nonextensive statistical mechanics framework / S.M.Potirakis, P.I.Zitis, K.Eftaxias // [Електронний ресурс] – Режим доступа: <http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1211/1211.5153.pdf>.

18.Arnold B.C. Pareto Distributions / B.Arnold // *International Cooperative Publishing House, Fairland, Maryland.* – 1983. – 326 p.

1.9. ФОЛКСОНОМІЯ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ В СКЛАДНИХ МЕРЕЖАХ ЗАСОБАМИ CORRANK

Останнім часом наукова спільнота анонсувала мережну парадигму як один з актуальних міждисциплінарних напрямків дослідження. Її суть зводиться до вивчення складних систем шляхом аналізу їх мережних властивостей, навіть в тих випадках, коли мережна структура не є самоочевидною [1,2].

Постановка проблеми. На початку XXI століття теоретично-методологічні основи дослідження та моделювання динамічних систем, були істотно розширені нелінійними методами, одержаними з теорії нелінійної динаміки і хаосу. Одним із таких методів є аналіз складних мережеподібних структур, сформованих на основі часових рядів. Цей метод дає можливість отримати додаткові характеристики часових рядів. Форма мережі притаманна багатьом системам, зокрема Інтернету, нейронним, телекомунікаційним, транспортним, соціальним, мережам господарських зв'язків різного рівня, тощо.

Елементи складної системи та їх взаємодії можна охарактеризувати за допомогою складної мережі. Мережею (*network*) називається сукупність вузлів (*node*), поєднаних зв'язками (*link*), яка будується за певними правилами. Складні мережі є об'єктом як теоретичних, так і емпіричних досліджень, в яких топологія мереж відіграє провідну роль [3].

Загальна концепція мережі є дуже інтуїтивною: мережа описує колекцію вузлів або вершин (наприклад, фінансові установи, фондові ринки) і зв'язки між ними, які можуть бути направленними (тобто, дуги) або ненаправленими (тобто, ребра).

Головна передумова аналізу мережі є те, що структура зв'язків між вузлами впливає на результати діяльності кожного вузла і системи в цілому. Властивості і поведінка конкретного вузла не можуть бути проаналізовані на основі своїх власних властивостей і поведінки поодиночці, так як вони можуть порушувати властивості вузлів, які мають зв'язки з ним, а також інших вузлів, які не мають прямих зв'язків, але пов'язані з його сусідами.

Перспективи розвитку складних мереж стимулювали вибувовий інтерес у дослідженнях соціальних, інформаційних, технологічних та біологічних систем, в результаті чого було досягнуто більш глибоке розуміння природи складних систем [4]. В рамках вивчення соціальних систем було проаналізовано мережні властивості багатьох економічних і фінансових систем. Активи компаній фондовому ринку, що належать до різних секторів економіки є корельованими. Якщо ми представимо кожен акцію у вигляді вузла, то «відстані» між двома акціями можна відобразити через коефіцієнти крос-кореляції. Оскільки вузли є взаємозалежними, то ринок формує мережу (граф). Мінімальне острівне дерево будується з матриці відстаней між активами та може бути використане для дослідження ієрархічної структури портфеля акцій [5,6].

Існують також методи трансформації немережних форм прояву (реалізації) складних систем у мережні. Так, не розглядаючи портфель акцій, часовий ряд ціни окремої акції також може бути відображеним у вигляді складної мережі, що дозволяє нам досліджувати динаміку акцій, використовуючи мережні засоби.

Складні фінансові та економічні мережі можна розділити на три категорії. У першій категорії мереж вузли представляються фінансовими чи економічними агентами (компанії, фінансові інститути, трейдери, тощо), зв'язаними ребрами, якщо вони мають певні взаємодії (наприклад, інвестиції, торгівля, кредитування, економічне співробітництво та ін.) [7]. У другій категорії мережі, вузли задані матрицею різних агентів, кожному з них відповідає часовий ряд, а динаміка поведінки зв'язків визначається кореляціями між парами агентів [8]. Третя категорія містить методи перетворення часових рядів у мережеподібні структури, серед яких найбільш застосовними є рекурентний метод [9] та граф видимості [10,11].

Багато в чому завдяки розвитку теорії складних систем, значно зросла наукова активність в області дискретної математики, що переживає період інтенсивного розвитку та проникнення в різні області наукового пізнання. Найбільш яскраво її впровадження проявилось в теорії графів, значні можливості якої обумовлені теоретико-множинними, комбінаторними та топологічними аспектами, що складають

основу поняття самого графу. Успіх застосування теорії графів можна пояснити також тим, що вона є зручною мовою для формулювання задач, які можна віднести до широкого кола наукових проблем, та зручним інструментом для їх вирішення.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В останнє десятиліття значний прогрес на шляху до розуміння структури та функціонування складних мереж було здійснено в галузі статистичної механіки та аналізу соціальних мереж. Зокрема, було розглянуто декілька мір центральності (centrality).

Найбільш часто використовуються такі міри центральності як ступеня (Degree), близькості (Closeness) та посередництва (Betweenness) [12]. Також часто використовують різні варіації вектор-центральності (Eigenvector centrality) [13,15,16].

Міра ступінь-центральності підраховує кількість сусідів кожного вузла. Це локальна міра, яка бере до уваги тільки безпосередню близькість від вузла. Вектор-центральність включає ідею про те, що центральне місце вузла безпосередньо залежить від центральності вузлів, які пов'язані з ним. Відомим алгоритмом вектор-центральності є алгоритм PageRank Google [17], який додає випадкові стрибки імовірностей "обірваних" (dangling) вузлів і таким чином дозволяє використовувати дану міру для всіх типів мереж. PageRank і Eigenvector centrality можна порівнювати з часткою часу, проведеного на відвідування кожного вузла при нескінченному випадковому блуканню по мережі.

Нещодавно розглянуто методи розрахунку центральності, створені для фінансової сфери [18,19].

Постановка завдання. На основі викладеного вище можна сформулювати завдання дослідження, котре полягає в розробці нової міри центральності, котра буде заснована на кореляційних відносинах елементів у побудованій мережі.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для аналізу властивостей графу будемо виходити з матриці суміжності – квадратної матриці A розміру n , в якій значення елемента a_{ij} рівне числу ребер, які виходять з i -ї вершини графа в j -у вершину.

Для визначення кількісно кореляцій спочатку обчислюється зміна цін (прибутковості) акції $i = 1, \dots, N$ протягом часу Δt :

$$G_i(t) = \ln S_i(t + \Delta t) - \ln S_i(t),$$

де $S_i(t)$ позначає ціну акції i . Оскільки різні акції мають різні стандартні відхилення, визначатимемо нормалізовану прибутковість:

$$g_i(t) \equiv \frac{G_i(t) - \langle G_i \rangle}{\sigma_i},$$

де $\sigma_i \equiv \sqrt{\langle G_i^2 \rangle - \langle G_i \rangle^2}$ – стандартне відхилення G_i , а $\langle \dots \rangle$ позначає середнє значення за період часу, що досліджується. Тоді обчислення матриці взаємних кореляцій C проводиться згідно формули:

$$C_{ij} \equiv \langle g_i(t) g_j(t) \rangle.$$

За побудовою елементи C_{ij} обмежені областю $-1 \leq C_{ij} \leq 1$, де $C_{ij} = 1$ відповідає повним кореляціям, $C_{ij} = -1$ – повним антикореляціям, і $C_{ij} = 0$ свідчить про некорельованність пар акцій [20].

Наступним кроком обираємо пороговий критерій r переходу від кореляційної матриці до матриці суміжності. Для цього у якості відстані в полі кореляцій введемо величину, зв'язану із значенням коефіцієнта кореляції, середнє значення якої дорівнює $d_{ij}^{mean} = \sqrt{2(1 - C_{ij})}$. Тоді порогове значення буде знаходитись як величина, пропорційна цьому значенню: kd_{ij}^{mean} . В кожному конкретному випадку виникає необхідність підбору коефіцієнта k в залежності від природи складної системи. Наші дослідження показали, що оптимальним при розрахунках є значення $k = 1,1$. Таким чином, зв'язними є компанії, «відстань» між якими задовольняє критерію $r \leq kd_{ij}^{mean}$.

На рисунку 1 для матричної бази даних, до складу якої увійшли 80 підприємств індексної корзини S&P 500 побудовано різні види графів, у залежності від значення параметра k .

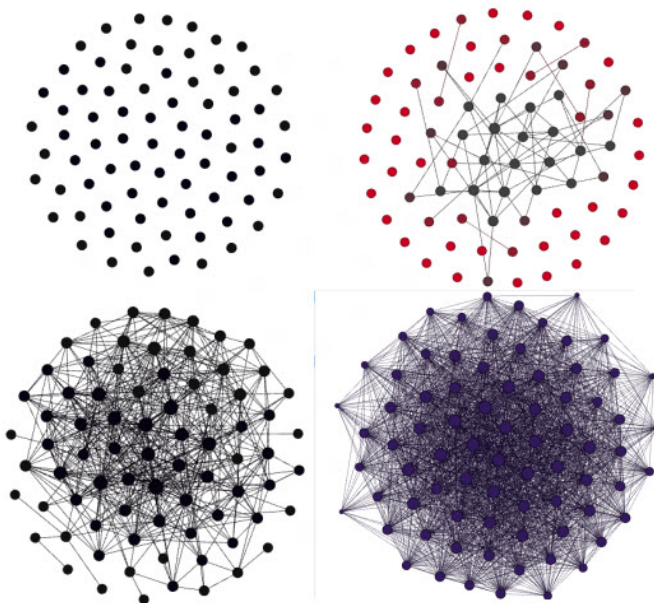


Рис.1 Візуалізований приклад графів, побудованих для матриці S&P 500 засобами Gerphi зі значеннями $k = (0,5; 0,75; 0,9; 1,1)$, відповідно.

Введемо локальний показник центральності графа – кореляційне ранжування (CorrRank).

CorrRank – це система рейтингування, ранжування та визначення важливості елементів складних систем, яка залежить від числа зовнішніх зв’язків і від їх ваги.

Представимо, що ми рухаємося по графу, вузлами якого є визначені компанії. Нехай почнемо з елемента p , випадкове блукання при цьому знаходиться в стані p . На кожному кроці ми проходимо наступний вузол, який має тісні кореляційні зв’язки з попереднім. Імовірність випадкового стрибка позначимо як d , тоді імовірність переходу по ребру буде $1 - d$. Таким чином, імовірність знаходження в даний момент на вершині p можна обчислити за формулою:

$$R_{j+1}(p) = d + (1 - d) \sum_{i=1}^k R_j(p_j) / L(p_j),$$

де $R(p)$ – значення міри CorRank елементу системи, $L(p_j)$ – кількість зв'язків між елементами (ребра графа), k – кількість зв'язків з елементом p в системі, d – коефіцієнт згасання (damping factor), що відображає частку ваги, яку може передати елемент, з якого виходить зв'язок, на елемент, котрий його приймає. Зазвичай його визначають рівним 0,85, що означає, що елемент може передати 85% ваги.

Якщо масштабувати CorRank таким чином, що

$$\sum_{i=1}^N R(p_i) = 1,$$

де N - число всіх елементів, для яких проводиться розрахунок CorRank, то $R(p)$ можна розглядати як розподіл ймовірності по всіх елементах (вершинах графа).

Для обчислення показника CorRank складається матриця M розміром $N \times N$, де кожному елементу M_{ij} матриці присвоюється значення $R_0(p)$ у тому випадку, якщо i -ий елемент має зв'язок з j -им, а всі інші елементи матриці заповнюються нулями. Таким чином, обчислення CorRank зводиться до відшукування власного вектора матриці M , що досягається множенням матриці M на вектор R_j на кожному кроці ітерації. Введення коефіцієнта згасання гарантує, що процес сходиться.

Наведемо приклад розрахунку CorRank для графа з трьома вершинами та зв'язками між ними, коефіцієнт згасання d візьмемо рівним 0,85. Як показали дослідження, саме значення 0,85 є оптимальним коефіцієнтом при аналізі складних мереж.

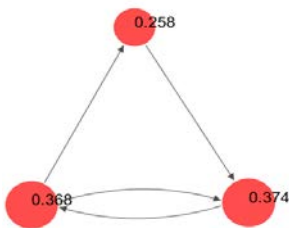


Рис.2. Розрахунок CorRank з коефіцієнтом згасання $d = 0,85$

Відмітимо, що при $d=1$ введений показник CorrRank буде відповідати мірі вектор-центральності. Для нашого прикладу при $d=1$, маємо для даного графа CorrRank рівним: 0.375, 0.375, 0.258 для трьох вершин відповідно.

Експериментальні результати. Нами була реалізована процедура розрахунку міри CorrRank в програмному середовищі Matlab (рис.3).

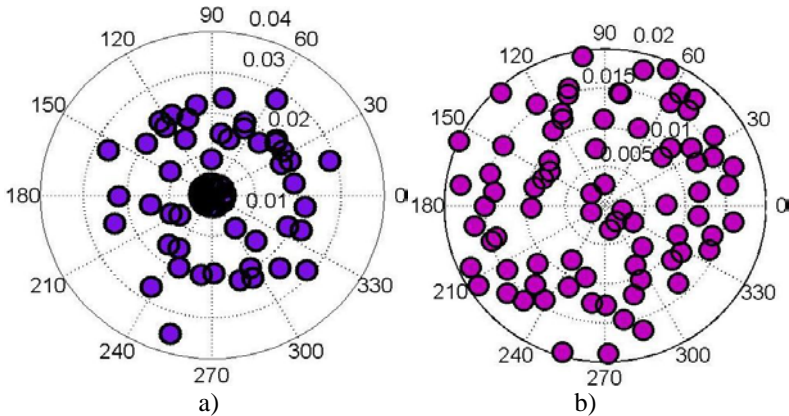


Рис.3 CorrRank для американського фондового ринку S&P500, розрахований для певного зрізу: а) спокійний стан; б) початок світової кризи 2008 року

З рисунку 3 можна бачити, що міра CorrRank реагує на кризові явища в системі, в тому числі характеризує взаємодію та зв'язність елементів (підприємств). Дана методика дає змогу прослідкувати, які з фірм є найбільш важливими, а також оцінити їх взаємозалежність. Помітно, що коли система знаходиться в спокійному стані (рис. 3а)), всі елементи знаходяться на певних позиціях та звичним чином пов'язані. Значення CorrRank в цьому випадку для більшості країн є близьким до нуля. Доречно відмітити, що найбільше значення CorrRank відповідає найбільш впливовим фірмам, а найменше мають суб'єкти найбільш віддалені та малозначущі на ринку. З рис. 3б) бачимо, що під час кризи всі елементи стають більш зв'язними та мають дуже близькі та дещо більші значення

CorrRank. Ті підприємства, котрі мають найбільше значення і є важливими суб'єктами, від яких найбільше залежить стабільне функціонування системи.

Введена міра центральності є так би мовити статичною характеристикою часових рядів. Але зрозуміло, що з плином часу в системі відбуваються зміни, котрі впливають на ступінь взаємодії елементів системи. Тому дослідимо ці зміни шляхом розрахунку введеної міри у рамках процедури ковзного вікна. В цьому випадку міра складності розраховується для підряду заданої довжини, після чого вікно зміщується («ковзає») у додатному напрямку і процедура повторюється до вичерпання значень часового ряду. Для зручності та спрощення аналізу дієвості введеної міри складності її зручно порівнювати з відповідною динамікою вихідного часового ряду.

Проведемо розрахунки віконної міри CorrRank для кожного підприємства з індексної корзини, що входить до створеної матричної бази даних фондових індексів США (S&P500) та Великобританії (FTSE).

Розрахунки проводилися для 80 підприємств індексу S&P500 та 47 підприємств з ринку FTSE за періоди: 01.04.1982 – 28.02.2014, 11.12.1989 – 12.02.2013 [21], відповідно, Було використано вікно в 250 днів та кроком 5 днів. Результати розрахунку впровадженої міри для вказаних даних зображено на рисунку 4.

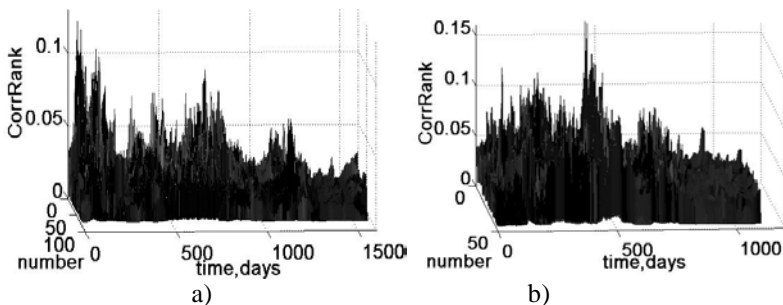


Рис.4 Динаміка міри CorrRank для індексних корзин фондових ринків: а) S&P500; б) FTSE

З рисунку 4, легко бачити певні спади та підвищення в динаміці міри CorrRank для кожного з вхідних елементів матриці на всіх поетапних кроках вікна..

Дослідимо, як реагує міра на кризові явища на ринку. При тому, що кожне підприємство з вхідної матриці для фондового ринку має свою певну динаміку, виникає необхідність усереднення всіх елементів.

Для зручності та спрощення аналізу дієвості міри складності її зручно порівнювати з відповідною динамікою вихідного часового ряду у відносних вимірниках, як це зроблено на рис. 5.

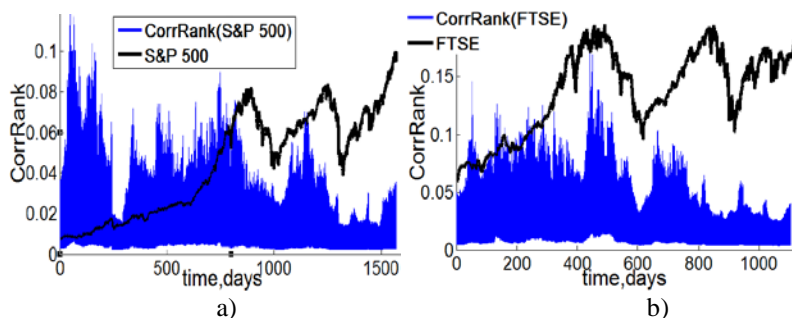


Рис.5 Порівняльна динаміка усередненої міри CorRank для елементів індексної корзини з фондовим індексом а) S&P500; б) FTSE[21]

Аналізуючи отриману динаміку, відмітимо, що введений показник можна інтерпретувати, як міру складності системи та проводити по ньому паралелі з кризовими явищами. Помітним зниженням міра CorRank реагує на кризові стани на ринку. В періоди релаксації міра зростає, що дає змогу використовувати її як адекватний індикатор-передвісник кризових та шоківих станів в складних фінансово-економічних системах.

Отже, у випадку усереднення всіх вхідних елементів створеної мережі у динаміці було показано, що показник CorRank знижується значно раніше настання кризових явищ на ринку. Проаналізуємо аналогічну міру для окремих компаній ринку (рис. 6).

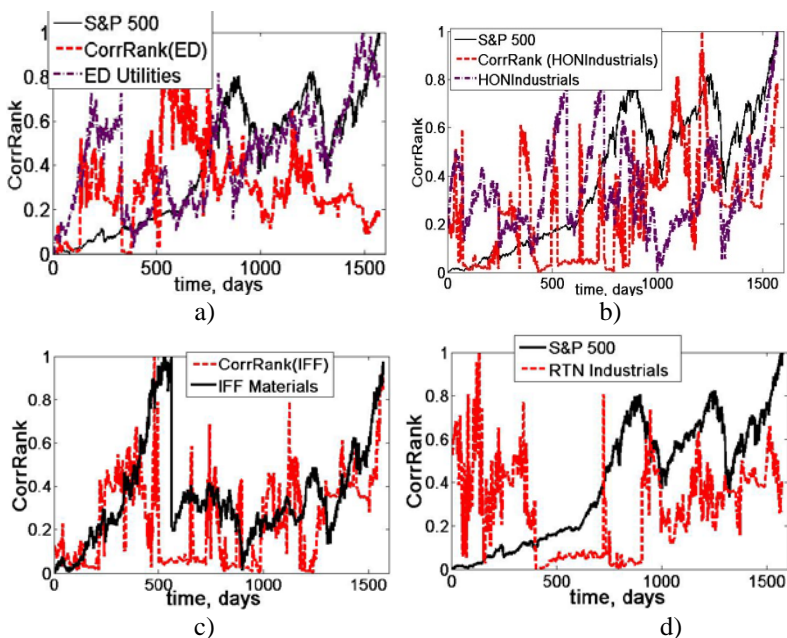


Рис. 6 Порівняльна динаміка міри кореляційного ранжування з вхідною динамікою [21]: а) американського фондового індексу з ED Utilities та CorrRank для нього; б) S&P 500 з динамікою підприємства HON Industrials та мірою CorrRank для другого; в) IFF Materials та розрахована для нього міра ранжування д) динаміки S&P 500 з CorrRank для підприємства RTN Industrial

З рисунка 6 видно, що динаміка для окремих підприємств з індексної корзини в різних випадках корелює між собою та з індексом S&P 500. Отже і в цьому випадку міра CorrRank виконує функції моніторингу та попередження кризових явищ в системі, знижуючись дещо раніше їх настання, що дає змогу використовувати даний показник як індикатор-передвісник несприятливих явищ у системах подібного типу.

Висновки з проведеного дослідження. Проведене дослідження дозволило розробити та апробувати нову методику кореляційного ранжування елементів в складних мережних системах, як в певний зріс часу, так і в динаміці.

Експериментальні дослідження показали універсальність та дієвість введеної міри складності CorrRank, як для ринка в загальному, так і для будь-якого з вхідних підприємств.

Показано, що дана міра попереднім зниженням реагує на наближення кризи в системі, що дає змогу для її використання як адекватного індикатора-передвісника несприятливих явищ в складних системах.

В подальших дослідженнях планується розгляд та апробація інших методик центральності графа.

Список використаної літератури

- 1.Zhang J. Complex Networks from Pseudoperiodic Time Series: Topology versus Dynamics / J. Zhang, M. Small // Boston. – 2006. – P. 35-42.
- 2.Voccatti S. Complex Networks: Structure and Dynamics / S. Voccatti, V. Latora, Y. Moreno, M. Chavez, D.-U. Hwang // Physics Reports. – 2006. – P. 153.
- 3.Хаханян В.Х. Елементи теорії складності алгоритмів // Навч. посіб. для студентів спеціальності АКБ. Видання друге, доповнене і перероблене. – М.: МІІТ.- 2010. – С. 95-96.
- 4.Newman M. E. J. The structure and function of complex networks // SIAM Reviews. – 2003. – V.45(2). – P.167-256.
- 5.Bonanno G. Taxonomy of stock market indices / G. Bonanno, N. Vandewalle, R.N. Mantegna // Phys. Rev. E 62, R7615.-2000.
- 6.Onnela J.-P. Dynamic asset trees and portfolio analysis / J.-P. Onnela, A. Chakraborti, K. Kaski, J. Kert'esz // Eur. Phys. J. B 30.- P. 285–288.
- 7.Kogut B. Emergent properties of a new financial market: American venture capital syndication / B. Kogut, P. Urso, G. Walker // [Електронний ресурс] – Режим доступу: doi:10.1287/mnsc.1060.0620.
- 8.Tumminello M. Correlation based networks of equity returns sampled at different time horizons / M. Tumminello, T. Di Matteo, T. Aste, R. N. Mantegna // Eur.Phys. J. B 55.- 2007.-P.209-217.
- 9.Donner R.V. Recurrence networks – A novel paradigm for nonlinear time series analysis / R.V. Donner, Y. Zou, J.-F. Donges, N. Marwan, J. Kurths // Eur. Phys. J. Spec. Top. 164. – 2008. – P. 28.
- 10.Lacasa L. From time series to complex networks: The visibility graph / L. Lacasa, B. Luque, F. Ballesteros, J. Luque // Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 105.-2008.- 4972–4975.
- 11.Xu X.-K. Superfamily phenomena and motifs of networks induced from time series / X.-K. Xu, J. Zhang, M. Small // Proc. Natl.

- Acad. Sci. U.S.A. 105.-2008.- P. 19601–19605.
doi:10.1073/pnas.0806082105
12. Borgatti S. P. / Centrality and network flow // *Social Networks*, 27: P.55–71.- [Електронний ресурс] – Режим доступу: dx.doi.org/10.1016/j.socnet.2004.11.008.
13. Freeman, L. Centrality in social networks: I. Conceptual clarification // *Social Networks* 1.- 1979.- P.215-239 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.cin.ufpe.br/~rbcp/taia/Freeman1979-centrality.pdf>
14. Katz L. A new index derived from sociometric data analysis. *Psychometrika* // [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://ideas.repec.org/a/spr/psycho/v18y1953i1p39-43.html>.- 1953.
15. Bonacich P. Factoring and weighting approaches to status scores and clique identification // *Journal of Mathematical Sociology* .- 1972 .- 2(1): 113–120.
16. Bonacich P. Power and centrality: A family of measures // *American Journal of Sociology*.- 1978.- 92(5): P. 1170–1182.
17. Page L. The PageRank Citation Ranking: Bringing Order to the Web // L. Page, S. Brin, R. Motwani, T. Winograd // 1999-66 .- [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://ilpubs.stanford.edu:8090/422/>.
18. Battiston S. DebtRank: Too central to fail? Financial networks, the FED and systemic risk / S. Battiston, M. Puliga, R. Kaushik, P. Tasca, G. Caldarelli // [Електронний ресурс] – Режим доступу: doi:10.1038/srep00541 .- 02 August 2012.
19. Soramäki K. SinkRank: An Algorithm for Identifying Systemically Important Banks in Payment Systems/ K. Soramäki and S. Cook // *Economics: The Open-Access, Open-Assessment E-Journal*.- Vol. 7.- 2013-28.
20. Plerou V. Random matrix approach to cross correlations in financial data / V. Plerou, P. Gopikrishnan, B. Rosenow, L.A.N. Amaral, T. Guhr, H.E. Stanley // *Phys.Rev.E* – v.65, N 12.- 2002.- P.356-373.
21. Джерело статистики індексів світового фондового ринку [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://finance.yahoo.com>

РОЗДІЛ 2

МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ І МОДЕЛІ В ЕКОНОМІЦІ

2.1. СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ВИДАТКІВ ІНВЕСТИЦІЙНОЇ СКЛАДОВОЇ МІСЦЕВИХ БЮДЖЕТІВ

Анотація. Статистичними методами вивчено тенденції та проблеми використання коштів бюджетів розвитку місцевих бюджетів різних рівнів. Показано недостатню, непропорційну забезпеченість фінансовими ресурсами органів місцевого самоврядування для соціально-економічного розвитку територіальних громад.

Активізація інноваційно-інвестиційної діяльності української економіки на рівні територіальних громад реалізується через оптимізацію використання місцевих бюджетів, зокрема за допомогою бюджету розвитку. Ресурси цієї складової місцевого бюджету спрямовуються на розбудову місцевої соціальної та виробничої інфраструктури, на впровадження програм соціально-економічного розвитку відповідної території, пов'язаних із здійсненням інвестиційної та інноваційної діяльності. Досвід використання бюджету розвитку як інвестиційної складової місцевих бюджетів, засвідчив необхідність подальшого удосконалення фінансового інструментарію регулювання розширеного відтворення територіальними громадами.

Проблематику бюджету розвитку територіальних громад вивчали зарубіжні та вітчизняні вчені [1 - 7]: Белкін В. Д., Винниченко Н. В., Стороженко В. П., Дем'янишин В. Г., Крайник О. П., Рожко О. Д., Чугунов І. Я та інші.

Для визначення загальних тенденцій щодо використання коштів бюджету розвитку місцевих бюджетів нами проведено статистичний аналіз показників витрат бюджету розвитку в розрізі груп місцевих бюджетів: обласних бюджетів; бюджетів районів; бюджетів міст обласного, республіканського АРК значення (далі – бюджетів міст). Статистичні методи дозволяють вивчити кількісну сторону масових явищ у нерозривному зв'язку з їхньою якісною стороною, дослідити числове вираження закономірностей соціально-економічного

розвитку в конкретних умовах місця і часу. Методологічною базою статистики є діалектика, що зумовлює вивчення економічних явищ не відокремлено, а у взаємозв'язку і взаємозумовленості, у динаміці.

Базуючись на філософських категоріях випадковості і необхідності, кількості і якості, взаємозв'язків і розвитку економічних явищ, за допомогою методів теорії статистики (зведення і групування, відносних, середніх величин, графічний метод, регресійно-кореляційний, балансовий і т.д.) вивчено загальні тенденції використання коштів бюджету розвитку місцевих бюджетів і пов'язаних з ними соціальних явищ і процесів.

Бюджет розвитку – це фінансовий інструмент соціально-економічного розвитку територіальної громади, використання якого забезпечується відповідним механізмом. Взаємопов'язані складові цього механізму утворюють цілісну систему, яка дає можливість забезпечувати: стабільні джерела для безперервного фінансування інвестиційних програм (проектів) з метою реалізації довгострокової стратегії соціально-економічного розвитку, відбір та виконання програм з урахуванням пріоритетності розвитку галузей, контроль за ефективним та цільовим використанням коштів бюджетів розвитку.

Зарубіжний досвід у сфері формування та використання бюджетів розвитку засвідчив, що в більшості країн із розвинутою економікою поняття «бюджет розвитку» (capital budget) ототожнюється з поняттям «видатки розвитку», що важливо врахувати з метою удосконалення процесу формування та використання бюджетів розвитку в Україні.

В умовах обмеженості обсягів надходжень бюджетів розвитку у складі місцевих бюджетів, першочергового значення набуває потреба удосконалення системи фінансування витрат бюджетів розвитку шляхом комплексного використання різних методів та оптимізації їх структури, яка б забезпечила та гарантувала послідовне щорічне фінансування довгострокових програм (проектів) та їх завершення у визначені терміни.

Важливими напрямками витрат бюджету розвитку місцевих бюджетів в Україні виступають: 1) капітальні вкладення; 2) внески органів місцевого самоврядування у статутні фонди суб'єктів підприємницької діяльності.

Проведений аналіз динаміки витрат бюджету розвитку за 2007 – 2012 рр. в розрізі груп місцевих бюджетів виявив значний ступінь нерівномірності приросту та зменшення обсягу фінансових ресурсів майже вдвічі. Причому максимум досягався у піковий для фінансово-економічної кризи рік, що пов'язано із концентрацією фінансових ресурсів місцевих бюджетів, у тому числі за рахунок надходжень з державного бюджету, на об'єктах капітальних вкладень з метою мінімізації ризиків виникнення проблемних недобудов у бюджетній сфері. У розрізі груп місцевих бюджетів така динаміка простежується також і для бюджетів районів і бюджетів міст.

Існують значні диспропорції у обсягах витрат бюджету розвитку зведених бюджетів районів і бюджетів міст. Незважаючи на наявність проблем інфраструктурного забезпечення міст, обсяг їх бюджетного фінансування не співставний з обсягом такого фінансування на рівні району, оскільки він перевищує його більше, ніж в 5 разів (7,9 млрд.грн. порівняно з 1,5 млрд.грн.).

Аналіз тенденції показує насамперед динамічне збільшення обсягу витрат бюджету розвитку (табл. 1).

Таблиця 1.

Темп приросту загального обсягу витрат бюджету розвитку місцевих бюджетів за 2007–2012 рр. у розрізі їх видів, %*

Види місцевих бюджетів	Роки				
	2008	2009	2010	2011	2012
Обласні бюджети	81,3	- 6,6	- 58,6	98,3	- 32,9
Зведені бюджети районів	35,0	22,2	- 49,0	7,2	8,4
Бюджети міст	43,1	45,7	- 45,5	- 27,9	16,7
Бюджети міст Києва і Севастополя	68,2	15,3	- 65,7	- 28,9	99,4
Середній темп приросту	59,4	19,7	- 57,1	- 21,5	13,7

*Джерело: складено за даними Міністерства фінансів України.

Як видно, з усіх груп місцевих бюджетів витрати бюджету розвитку обласних бюджетів найбільш еластичні до явища

фінансово-економічної кризи. Суттєвими змінами темпів приросту та спаду характеризуються витрати бюджету розвитку бюджетів міст, що з урахуванням значного обсягу фінансових ресурсів, не забезпечує якісної реалізації місцевих програм розвитку.

Оскільки сукупний обсяг повноважень органів місцевого самоврядування району відповідає обсягу повноважень міських рад, а загальний склад видатків усіх бюджетів району – складу видатків бюджету міста обласного значення, то можливості використовувати бюджет розвитку повинні бути співмірними, навіть незважаючи на додаткові потреби у кількості та якісних характеристиках об'єктів інфраструктури для високо урбанізованих територій, які представляють міста. Для обласних бюджетів такі диспаритети важливі, але не настільки, як для зазначених вище груп, оскільки обласні бюджети забезпечують реалізацію інших за своїм призначенням суспільних послуг населенню. Це вказує на необхідність переглянути склад джерел надходжень бюджету розвитку для районних бюджетів, бюджетів міст районного значення, сіл і селищ, а також упорядкувати методики визначення обсягу додаткової фінансової допомоги з державного бюджету цим місцевим бюджетам на реалізацію інвестиційних проектів.

З метою аналізу ролі бюджетів розвитку в соціально-економічному розвитку регіонів та їх місця у бюджетній системі України визначено, як співвідносяться видатки бюджетів розвитку з видатками місцевих бюджетів (табл. 2). Простежується тенденція до значного скорочення видатків бюджетів розвитку місцевих бюджетів різного рівня. Зниження інвестиційної спрямованості місцевих бюджетів призводить до скорочення фінансування регіональних цільових програм і стримує економічний розвиток регіону.

Протягом періоду 2007–2012 років для групи обласних бюджетів характерною є значна питома вага капітальних видатків (табл. 3).

Таблиця 2.

**Частка бюджету розвитку у місцевих бюджетах України
за 2007–2012 рр., %***

Роки	Обласні бюджети	Бюджети міст	Зведені бюджети районів
2007	14,1	7,0	3,8
2008	16,0	7,7	3,8
2009	13,1	8,4	3,4
2010	5,4	4,7	1,6
2011	6,0	2,9	1,4
2012	5,5	3,1	1,4

*Джерело: складено за даними Міністерства фінансів України.

Таблиця 3.

**Структура витрат бюджету розвитку обласних бюджетів
за 2007–2012 рр.***

Роки	Види витрат	
	Капітальні видатки, %	Внески органів місцевого самоврядування у статутні фонди суб'єктів підприємницької діяльності, %
2007	96,3	3,7
2008	97,5	2,5
2009	97,2	2,8
2010	71,4	28,6
2011	98,9	1,1
2012	96,2	3,8

*Джерело: складено за даними Міністерства фінансів України.

Протягом усього розглянутого періоду капітальні видатки становили не менше 70 % загального обсягу витрат бюджету розвитку. Значне зменшення загального обсягу витрат бюджету розвитку обласних бюджетів у 2010 році супроводжувалося зменшенням виключно обсягу витрат на будівництво.

Для групи бюджетів районів структура витрат бюджету розвитку порівняно з попередньою групою суттєво не відрізняється: витрати на будівництво становлять основну статтю витрат бюджету розвитку; протягом розглянутого періоду їх частка в загальному обсязі зазначених витрат

становила не менше 93,3 %, а максимальна – 98,5 %; на кінець періоду спостереження відбулося збільшення в абсолютному та відносному вимірі іншої складової витрат бюджету розвитку – внесків у статутні фонди господарюючих суб'єктів. Це може бути пов'язано із активізацією інвестиційної діяльності органів місцевого самоврядування або із стагнацією ринку житлової та нежитлової нерухомості.

Структура витрат бюджетів розвитку міст практично співпадає з структурою таких витрат проаналізованих вище груп місцевих бюджетів. Відрізняється лише обсяг витрат бюджету розвитку: протягом усього зазначеного періоду не менше 2,1 млрд. грн бюджету розвитку бюджетів міст використано на капітальні вкладення та інвестиційні проекти. Міські ради забезпечують фінансування значного обсягу внесків у статутні фонди підприємств та установ.

Проведений аналіз витрат бюджету розвитку в розрізі груп місцевих бюджетів дозволяє визначити такі особливості використання коштів бюджету розвитку: 1) основною статтею витрат бюджету розвитку місцевих бюджетів виступають капітальні видатки; 2) найбільший обсяг використаних на цю статтю фінансових ресурсів припадає на бюджети міст, що пов'язано із сприятливим соціально-економічним середовищем міських громад, ніж зі значною потребою (порівняно з бюджетами районів) у зведенні чи реконструкції необхідних об'єктів інфраструктури.

Інший напрям використання коштів бюджету розвитку – внески в статутні фонди суб'єктів господарювання. Цей інструмент інвестиційної політики територіальних громад використовують органи самоврядування всіх рівнів, проте найбільша інвестиційна активність зrealізована міськими радами.

Для оцінки обсягів фінансування бюджету розвитку в розрізі груп місцевих бюджетів проаналізовано витрати бюджету розвитку місцевих бюджетів у розрахунку на 1 жителя відповідної територіальної громади. Використання порядкових статистик (табл.4) дозволило оцінити диференціацію видаткової спроможності кожного місцевого бюджету групи, а також порівняти рівень фінансового забезпечення можливостей територіальних громад з урахуванням чисельності їх жителів.

Таблиця 4.

Статистичні показники розподілу обсягу витрат бюджету розвитку місцевих бюджетів у розрахунку на 1 жителя за 2007–2012рр., грн*

Показник	Роки					
	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Оblasні бюджети						
I кvартиль	9,8	23,6	27,0	4,8	10,0	9,5
Медіана	18,6	37,8	38,2	9,5	25,0	21,9
Середнє значення	25,1	45,3	45,2	13,3	37,7	24,5
III кvартиль	32,3	55,2	55,5	15,1	52,2	28,1
Зведені бюджети районів						
I кvартиль	16,8	22,7	26,5	9,9	9,2	8,0
Медіана	35,9	40,6	47,1	19,6	22,5	20,5
Середнє значення	42,2	59,1	70,5	34,1	37,0	39,6
III кvартиль	56,1	70,5	84,5	39,9	43,6	44,4
Бюджети міст						
I кvартиль	33,9	33,3	42,6	14,7	13,1	12,3
Медіана	54,7	75,7	90,2	35,2	35,5	30,0
Середнє значення	88,0	117,0	149,6	64,9	58,0	66,9
III кvартиль	95,4	145,3	195,8	76,7	84,1	89,2

*Джерело: складено за даними Міністерства фінансів України.

Аналіз центру розподілу сукупностей річних показників обсягу витрат бюджету розвитку в розрахунку на 1 жителя показав, що для всіх груп місцевих бюджетів у всіх річних сукупностях середнє значення перевищує медіанне. Отже, наявна лівосторонньої асиметрії, тобто за визначених умов використання коштів бюджету розвитку в кожній з груп місцевих бюджетів є певна кількість бюджетів територіальних громад, що здійснюють значно більший обсяг витрат бюджету розвитку в розрахунку на одного жителя ніж інші бюджети такої групи. При цьому загальний обсяг бюджету розвитку зазначених місцевих бюджетів має значну питому вагу в сукупному обсязі витрат бюджету розвитку групи місцевих бюджетів.

Сформовано єдину для кожної групи місцевих бюджетів сукупність витрат бюджету розвитку в розрахунку на 1 жителя і знайдено їх порядкові статистики, що дозволило оцінити

ступінь диференціації кожної з груп за досліджуваний період та порівняти фінансові можливості кожної з груп щодо проведення капітальних вкладень, реалізації інвестиційних проєктів тощо.

Найбільший ступінь диференціації має група бюджетів міст, а найменший – група обласних бюджетів. Обчислені порядкові статистики для трьох сформованих сукупностей вказують на те, що обсяги витрат бюджету розвитку в розрахунку на 1 жителя різних груп місцевих бюджетів є співмірними.

Значення медіанного інтервалу вказує на значно меншу фінансову забезпеченість бюджетів районів порівняно з бюджетами міст щодо реалізації капітальних вкладень та інвестиційних програм. Усі бюджетні показники видатків і витрат розраховано на 1 жителя, що забезпечує їх порівнюваність.

Витрати бюджету розвитку розглядаються як факторна ознака, а всі інші показники – видатки І кошика місцевих бюджетів, чисельність і густота населення відповідної територіальної громади - результативні ознаки. Це має таке теоретичне обґрунтування: реалізовані органами місцевого самоврядування інвестиційні програми та проєкти мають на меті підвищення якості суспільних послуг, а отже підвищення якості життя жителів територіальної громади. Тому обсяг та якість витрат бюджету розвитку пов'язаний з обсягом видатків І кошика, оскільки проведені капітальні вкладення можуть забезпечити як економію бюджетних коштів (тобто зменшення темпів зростання видатків І кошика), так і збільшення їх витрачання – у зв'язку з введенням в експлуатацію об'єктів інфраструктури. Мета такого аналізу полягає у виявленні та обґрунтуванні взаємозв'язку тенденції зміни обсягу витрат І кошика в розрахунку на 1 жителя відповідно до зміни обсягу витрат бюджету розвитку, також розрахованого на 1 жителя територіальної громади. Це дозволяє зробити висновки про результативність прийнятих рішень щодо використання коштів бюджету розвитку.

Проведено ранжування факторного та результативних показників і обчислено рангові коефіцієнти кореляції Спірмена. При цьому враховано імовірність впливу на формування доходів І кошика обсягів надходжень до бюджету розвитку відповідних місцевих бюджетів у попередніх періодах. Тому для кожної з

груп і факторів розраховано однорічні коефіцієнти рангової кореляції (позначено напівжирним) і багаторічні (позначено курсивом).

Наявність дуже слабого зв'язку між зазначеними показниками характерна для групи обласних бюджетів (табл. 5). Динаміка однорічних коефіцієнтів кореляції показує як негативний, так і позитивний зв'язок. Наявність несуттєвого негативного зв'язку вказує на те, що є такі обласні бюджети, які забезпечують більший обсяг витрат бюджету розвитку при тому, що обсяг видатків І кошика в розрахунку на 1 жителя порівняно з іншими бюджетами цієї групи незначний. Для того, щоб підтвердити або спростувати висновки за результатами використання методів рангової кореляції для оцінки взаємозв'язку вибраних показників, розраховано коефіцієнти кореляції, визначені для сукупностей показників за період 2007–2012 років (табл. 6).

Як видно із результатів обчислень, наявний несуттєвий прямий зв'язок між витратами І кошика обласних бюджетів, розрахованими на 1 жителя, чисельністю та густотою населення областей з витратами бюджету розвитку цих бюджетів, розрахованими на 1 жителя. Найбільше значення коефіцієнта кореляції становить 0,1, хоча практично всі коефіцієнти рангової кореляції мають від'ємне значення. Такі результати свідчать насамперед про правильний вибір статистичного інструментарію при проведенні досліджень.

Як додатковий інструмент аналізу використано взаємозв'язок обраних показників, діаграми розсіювання вказують на низьку еластичність видатків І кошика до витрат бюджету розвитку (рис. 1).

Видатки І кошика в розрахунку на 1 жителя сконцентровані в діапазоні від 200 до 400 грн, а діапазон варіації витрат бюджету розвитку значно вужчий – 1,6 до 50 грн. Тобто обсяг витрат бюджету розвитку обласних бюджетів у розрахунку на 1 потенційного споживача суспільних послуг формується практично на однаковому для всіх обласних бюджетів рівні, незважаючи на значний ступінь диференціації аналогічного показника обсягу видатків І кошика обласних бюджетів.

Таблиця 5.

Рангові кореляції Спірмена, розраховані для обсягу витрат бюджету розвитку обласних бюджетів у розрахунку на 1 жителя та видатків І кошика в розрахунку на 1 жителя*

Видатки І кошика в розрахунку на 1 жителя за відповідний рік	Витрати бюджету розвитку в розрахунку на 1 жителя за відповідний рік					
	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Статистики Спірмена						
2007	- 0,1238	X	X	X	X	X
2008	- 0,1954	- 0,1023	X	X	X	X
2009	- 0,2569	- 0,1446	- 0,0392	X	X	X
2010	- 0,2823	- 0,1723	- 0,0661	0,0500	X	X
2011	- 0,2853	- 0,1907	- 0,0823	0,0376	- 0,1807	X
2012	- 0,2600	- 0,2392	- 0,2153	- 0,1107	- 0,1876	- 0,1969

*Джерело: складено за даними Міністерства фінансів України.

Розраховані для групи бюджетів районів показники рангової кореляції Спірмена вказують на практично відсутній взаємозв'язок між витратами бюджету розвитку бюджетів районів та видатками І кошика цих бюджетів, розрахованих на 1 жителя відповідного району. Такі результати пов'язані із тим, що формування витратної частини бюджету розвитку районного бюджету, бюджетів сіл, селищ і міст районного значення здійснюється в різних фінансових умовах.

Таблиця 6.

Кореляційна матриця взаємозв'язку обсягу витрат бюджету розвитку обласних бюджетів у розрахунку на 1 жителя та обсягу видатків I кошика в розрахунку на 1 жителя, чисельності населення, густоти населення областей*

	Чисельність населення	Густота населення	Витрати бюджету розвитку в розрахунку на 1 жителя	Витрати I кошика в розрахунку на 1 жителя
Чисельність населення	1,00	0,74	0,10	-0,04
Густота населення	0,74	1,00	0,06	-0,11
Витрати бюджету розвитку в розрахунку на 1 жителя	0,10	0,06	1,00	0,02
Витрати I кошика в розрахунку на 1 жителя	-0,04	-0,11	0,02	1,00

*Джерело: складено за даними Міністерства фінансів України.

Як і для обласних бюджетів, значна диференціація видатків I кошика в розрахунку на 1 жителя не пов'язана із обсягом витрат бюджету розвитку на 1 жителя. Якщо значення I показника сконцентровані в діапазоні від 500 до 2 000 грн, то витрати бюджету розвитку – від 0 до 100 грн. Отже, для бюджетів районів взаємозв'язок між обсягом видатків I кошика та витратами бюджету розвитку, розрахованими на 1 жителя, відсутній. Інші показники, зокрема чисельність та густота населення, також не взаємопов'язані із витратною частиною бюджету розвитку досліджуваної групи місцевих бюджетів (рис. 2 і 3).

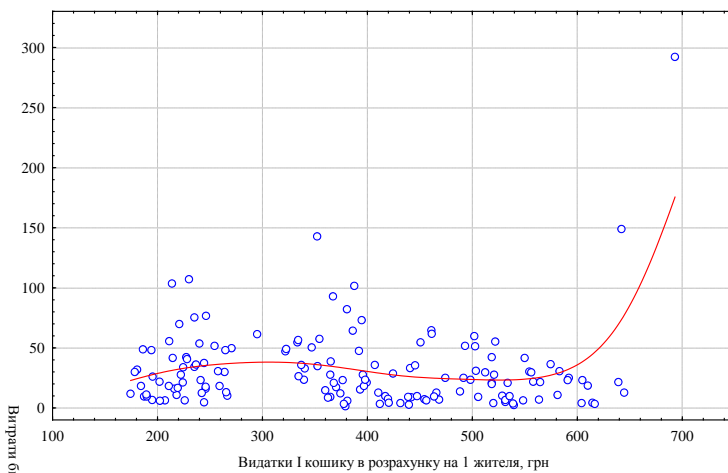


Рис. 1 Діаграма розсіювання для витрат бюджету розвитку та видатків І кошика обласних бюджетів у розрахунку на 1 жителя за період 2007–2012 рр.*

*Джерело: складено за даними Міністерства фінансів України.

Показники рангової кореляції між витратами бюджету розвитку та видатками І кошика, розраховані для групи бюджетів міст вказують відсутність взаємозв'язку між цими показниками. Значення багаторічних показників рангової кореляції значно перевищують значення однорічних, що свідчить про наявність відповідності між обсягом витрат бюджету розвитку та видатками І кошика бюджетів зазначених міст. Виявилось, що густина населення міст не пов'язана із обсягом витрат бюджету розвитку. Це можна пояснити різними за своїм змістом інфраструктурними, соціальними проблемами, які вирішують міські громади високого та низького рівнів урбанізації по-різному. Встановлено, що системного взаємозв'язку між чисельністю жителів міст і використанням бюджету розвитку як інструменту соціально-економічного розвитку немає.

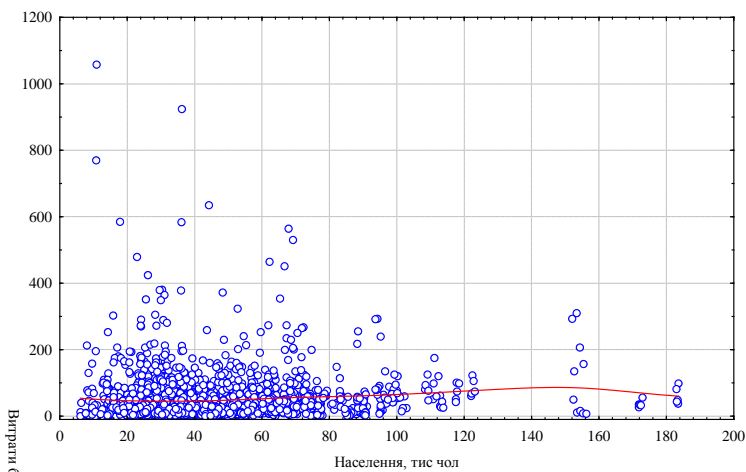


Рис. 2. Діаграма розсіювання для витрат бюджету розвитку бюджетів районів у розрахунку на 1 жителя та чисельності населення районів за період 2007–2012рр.*

*Джерело: складено за даними Міністерства фінансів України

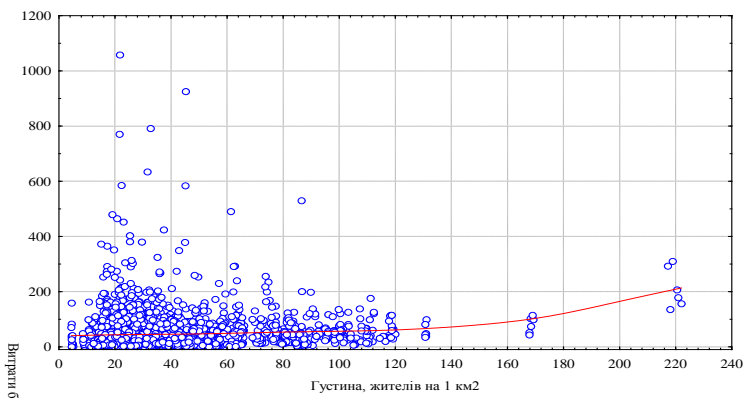


Рис. 3. Діаграма розсіювання для витрат бюджету розвитку бюджетів районів у розрахунку на 1 жителя та густоти населення районів за період 2007–2012рр.*

*Джерело: складено за даними Міністерства фінансів України.

Таким чином, проведений аналіз динаміки витрат бюджету розвитку в розрізі груп місцевих бюджетів вказує на значний ступінь нерівномірності приросту та зменшення обсягу

фінансових ресурсів капітального призначення для різних груп місцевих бюджетів. Значні зміни в обсягах фінансування, що відбуваються у всіх групах місцевих бюджетів, пов'язані з тим, що немає узгодженої політики органів державної влади та місцевого самоврядування щодо стимулювання соціально-економічного розвитку за рахунок бюджету розвитку.

Проведені дослідження можуть бути використані для вирішення стратегічних і тактичних завдань соціально-економічного розвитку територіальної громади.

Список використаної літератури

1. Белкин В. Д., Стороженко В. П. Бюджет развития: незадействованный механизм инвестиционной активности/ В. Д. Белкин, В. П. Стороженко // Экономическая наука современной России. – 2001. – № 1. – С.74–91.
2. Винниченко Н. В. Інвестиційне забезпечення соціальної сфери за рахунок місцевих бюджетів розвитку / Н. В. Винниченко // Фінансова система України : зб. наук. праць. – Вип. 9. Ч. 3. – Острого : Національний університет «Острозька академія», 2007.– С. 31–36.
3. Крайник О. П. Вплив бюджету розвитку місцевих бюджетів на соціально–економічний розвиток території/ О. П. Крайник // «Ефективність державного управління»: збірник наукових праць Львівського регіонального ін-ту держ. упр-ня Нац. академії держ.упр-ня при Президентіві України. – Л., 2005. – Вип. 8. – С. 254–292.
4. Рожко О. Д. Інноваційно-інвестиційна спрямованість бюджетної політики в Україні / О. Д. Рожко// Фінанси України. – 2011. – № 1. – С. 64–72.
5. Сафонова Л. Д. Теоретичні засади управління видатками бюджету / Л. Д. Сафонова, Т. С. Невешкіна // Фінанси України. – 2011. – № 3. – С. 100–110.
6. Цюпа О. П. Зарубіжний досвід використання бюджету розвитку як інструменту капітального бюджетування / О. П. Цюпа // Вісник Прикарпатського університету. – Серія Економіка. – Івано-Франківськ, 2012. – С. 464–468.
7. Чугунов І. Я. Бюджет розвитку як складова фінансово – економічної системи регіону / І. Я. Чугунов, О. П. Крайник. // Збірник «Наукові праці НДФІ». – Вип. 4 (37). – 2006. – С. 3–11.

2.2. ЗАСТОСУВАННЯ ГІБРИДНОГО МЕТОДУ ВИЯВЛЕННЯ АНОМАЛІЙ В ЗАДАЧІ КОНТРОЛЮ ОБІГУ ПІДАКЦИЗНИХ ТОВАРІВ

Анотація. В статті запропоновано гібридний метод для виявлення контрабандної поведінки на основі застосування машини виводу та алгоритму виявлення аномалій за допомогою графів. Даний підхід дав змогу врахувати як знання експертів предметної області, так і пошук прихованих закономірностей в даних відстеження.

Ключові слова. Машина виводу, інтелектуальний аналіз даних, виявлення аномалій, графи, шахрайство.

Постановка проблеми. Контрабанда підакцизної продукції представляє суттєві проблеми для уряду та бізнесу, але до сих пір її виявлення та запобігання є не простим завданням. Міністерство доходів і зборів звітувало, що у 2012 році зафіксовані 3530 фактів контрабанди сигарет на суму 2,3 млн євро (23,6 млн грн). Уряди багатьох країн вживають заходи для мінімізації негативних наслідків шляхом впровадження систем по боротьбі з контрафактною продукцією, які націлені на усунення нелегальних постачань та збільшення кількості виявлених підробок. Підходи до автентифікації продукції дають змогу споживачам, митниці, податковій службі та іншим учасникам ланцюга поставок перевіряти продукцію на оригінальність, сприяючи таким чином збільшенню показника виявлення нелегальної продукції. Більше того, чим вищим є показник виявлення, тим менш дохідним є бізнес для підроблювача, оскільки його доходи знижуються з кожною виявленою підробкою, в той час як витрати на виробництво залишаються на тому ж рівні.

Із широким застосуванням RFID в управлінні ланцюгами поставок фокус з традиційних методів автентифікації, таких як голограми, змістився на аналіз даних, отриманих з RFID зчитувачів. За трьома характеристиками, властивих даним, отриманим з систем відстеження, а саме обсяг, швидкість та різноманіття [8], їх можна сміливо віднести до великих даних (Big Data). Інформація, прихована в терабайтах низькорівневих RFID показань, робить традиційні методи аналізу даних

надзвичайно комплексними та трудомісткими. Тому необхідне застосування методів інтелектуального аналізу даних (ІАД), оскільки технології ІАД орієнтовані саме на виявлення прихованих, неочевидних та практично корисних причинно-наслідкових взаємозв'язків між різними факторами у великих обсягах.

Задача виявлення шахрайських дій в послідовностях подій ланцюга поставок відноситься до задач виявлення аномалій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблемі виявлення шахрайських операцій в різних сферах економіки (банківська сфера, телекомунікаційні, страхові компанії тощо) присвячено багато досліджень як вітчизняних, так і закордонних науковців [2; 1; 4; 6]. Враховуючи перспективність роботи в цьому напрямі, світові системні інтегратори, такі як SAS, SAP, Oracle, Microsoft мають в арсеналі рішення власної розробки для виявлення махінацій, але більшість з цих систем є складними у використанні, та розглядають проблему в загальному вигляді, не враховуючи особливості того чи іншого типу даних.

Цілі статті. Дана стаття досліджує методи для своєчасного виявлення контрабандної поведінки. Запропонований гібридний метод на основі застосування машини виводу та алгоритму виявлення аномалій за допомогою графів.

Основна частина. Дані про події в підсистему пошуку махінацій потрапляють вже в обробленому вигляді, попередньо пройшовши процеси обробки сирих даних, їх фільтрації та агрегації.

Розглянемо типи подій (рис.1), які представляють інтерес в рамках виявлення шахрайських операцій.

Події, які трапилися в результаті незапланованого процесу, і для яких не передбачено ніяких дій, називаються незапланованими діями. Саме до цих подій можна віднести більшість подій, пов'язаних з контрафактною діяльністю. Наприклад, продукція мала проходити пункт митного контролю на півдні, натомість була відмічена на західному пункті митного контролю. Події, чия поява була очікувана, але в реальності вони не виникли, називаються незафіксованими подіями. Наприклад, не була підтверджена доставка продукції імпортеру, хоча продукція пройшла митний контроль.

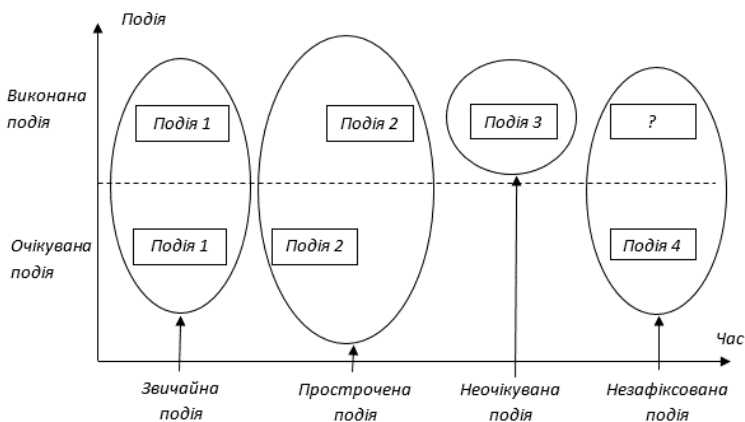


Рис.1 Типи подій

Набір правил повинен визначати як реагувати на події, що надходять до системи. Коли виникла прострочена, незапланована або незафіксована подія, система повинна повідомити особу, яка приймає рішення, або має бути активований шаблон реакції, який застосовується у подібних випадках.

Однак, покладатися лише на механізм наперед визначених правил для виявлення махінацій не можна хоча б тому, що шахраї постійно модифікують кримінальні схеми. Саме тому пропонується використання методів інтелектуального аналізу даних (ІАД). Застосування алгоритмів, що навчаються самі, дозволяє системі автоматично постійно підстроюватися під змінювані умови та виявляти нові схеми шахрайства. Один з засновників цього напрямку Г. Пятецький-Шапіро визначив ІАД як процес виявлення в накопичених даних раніше невідомих, нетривіальних, практично корисних і доступних інтерпретації знань, необхідних для прийняття рішень у різних сферах людської діяльності [7].

Отже, підсистема пошуку махінацій складається з двох етапів:

1. Застосування машини виводу для перевірки даних на відомі випадки шахрайства.

2. Застосування алгоритму виявлення аномалій на основі графів для пошуку нових, прихованих аномальних шаблонів поведінки.

Машина виводу. Для виявлення наперед відомих шаблонів шахрайської поведінки застосовується машина виводу, набір правил якої визначений експертами. Правила, які лежать в її основі, використовуються в якості індикаторів для створення моніторів, які відстежують поведінку та повідомляють про аномалії.

Загальна ідея застосування підходу на основі правил - це проаналізувати віртуальний шлях логістичного ланцюга на предмет подій, які свідчать про підробки. Для цього використовуються знання предметної області обігу підакцизної продукції з одного боку та додаткова інформація про загальні аномалії ланцюжка поставок з іншого боку. Виходячи з них можна змоделювати умови, які, як тільки порушується, свідчать про незаконну діяльність. Ці умови реалізовані у вигляді правил. Коли умова порушується, правило сигналізує про це.

Правила дозволяють моделювати асинхронні події, тобто події, які можуть статися на будь-якій стадії процесу управління, що робить їх цілком придатними для визначення логіки управління винятковими ситуаціями, які за своєю природою асинхронні.

Прикладом правила може бути: *«Повідомити ОПР (особу, що приймає рішення), якщо ЕРС код продукту, який був зчитаний, не знайдений в базі даних»*. Застосування цього правила під час автентифікації продукту дасть змогу ідентифікувати мітки з ЕРС кодами, які шахрай намагався вгадати.

Іншим прикладом дії машини виводу може бути наступний сценарій: передбачається, що продукція відомої торгової марки проходить наперед заданий маршрут, від виробника до роздрібного торговця. Допускається незначна кількість альтернативних шляхів, які включають інші довірені вузли ланцюга поставок. Виробники, які бояться ненадійних партнерів в ланцюгу поставок через, наприклад, ризик підміни продукції, можуть визначити наступне правило: *«Повідомити ОПР, як тільки продукція була відправлена по несанкціонованому, альтернативному маршруту»*. Звичайно, для встановлення цього правила виробник повинен бути зацікавлений в наданні

інформації про визначені логістичні ланцюги за участю санкціонованих учасників ланцюга постачань. Це правило є специфічним для кожної компанії.

Третім прикладом може бути питання тривалості перебування в різних вузлах ланцюга постачань. Якщо посадовець має підозру про підміну товару на певному вузлі, то порівняння тривалості перебування продукції може бути першим свідченням про нелегальні дії. Правило можна сформулювати таким чином: *«Повідомити ОПП, якщо тривалість перебування на вузлі ланцюга поставок перевищила максимальний час»*. Це правило, у порівнянні з першими двома, не дає стовідсоткової гарантії щодо махінацій, однак воно може підсилити інші правила, які спрацювали в системі.

Існує ряд різних типів машин виводу. Ці типи (як правило) відрізняються тим, яким чином правила заплановані для виконання. Більшість машин виводу використовують метод прямого виводу, який може бути надалі поділений на два класи:

- Перший клас має справу з так званими продукційними чи правилами виводу. Ці типи правил використовуються для відображення поведінки типу «ЯКЩО умова, ТО дія».
- Інший тип машини виводу виконують обробку реактивних правил або правил типу «ПРИ подія ЯКЩО умова, ТО дія» (event-condition-action - ЕСА). Машини реактивних правил виявляють та реагують на вхідні події.

Найбільша різниця між цими типами – це те, що системи продукційних правил запускаються, коли їх викликає користувач чи додаток. Механізм реактивних правил реагує автоматично, коли виникає подія. Більшість популярних комерційних машин виводу мають можливості як продукційних, так і реактивних правил, хоча один клас в них переважний, ніж інший. Наприклад, більшість систем бізнес-правил - це в основному продукційні системи, тоді як системи обробки комплексних подій використовують реактивні правила.

Система ЕСА правил - це система ПЗ, базовими компонентами якої є:

- База фактів, яка містить інформацію про стан світу в формі фактів. Факт містить ряд визначених слотів даних та деяку адміністративну інформацію (час створення, особа, яка створила факт, тривалість тощо)

- База правил, яка містить правила, які описують як треба обробляти факти, які містяться в базі фактів. Правило складається з лівої (умова) та правої частини (дія).
- Інтерпретатор правил є одним з фундаментальних будівельних блоків машини виводу. Він інтерпретує правила відповідно до основної бази фактів і тим самим контролює поведінку програми. Він складається з трьох компонентів: обробник подій, оцінювач умов та менеджер дій.

На рис. 2.1 наведена схема машини виводу.

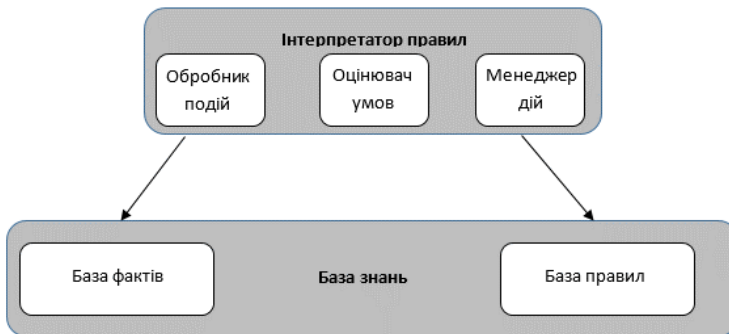


Рис.2 Схема машини виводу

Процес обробки подій складається з тригерів на події та обробника подій. Обробник подій визначає правило (правила), яке конфігуровано для реакції на вхідну подію. Це робиться за допомогою алгоритму узгодження, який «порівнює» вхідні події з профілем подій правила. Цей профіль подій (формалізований за допомогою мови подій подібно до [9]) визначає інтерес правила у вхідній події.

Після визначення правил, які підходять, виконується процес оцінки умов. Оцінювач умов трансформує визначені в правила умови у відповідну мову запитів та делегує обробку запиту механізму запитів, який в свою чергу отримує інформацію з бази фактів. Результати виконання умов передаються менеджеру дій, який визначає дії відповідно визначених в правилах дій. Якщо в результаті перевірки правил виявилось, що подія підозріла, то менеджер дій зберігає дані в базі випадків.

Правила можна поділити на абсолютні та диференційні. Перші беруть за основу прості пороги, та можуть бути або можуть не бути залежними від учасника логістичного ланцюга. Диференційні правила основані на спостереженні статистичних аномалій, визначення яких може бути виконане в межах профіля учасника ланцюга, місця розташування та інших факторів. Статистична аномалія відбувається, коли є різниця між поведінкою, яка спостерігається та «нормальною» поведінкою, тобто коли є відхилення від середнього значення. Наприклад, час перебування продукції на складі перевищив середній час перебування, визначений на основі історичних даних.

Повідомлення, сформовані правилами, збираються в базу випадків, яка є відправною точкою для ручного процесу розслідування, де ОПР визначає чи є випадок нелегальним.

Хороша система виявлення шахрайства повинна мати високий рівень виявлення при мінімізації хибних спрацювань. Якщо виявлено занадто мало фактів шахрайства, тоді система є не дуже ефективною. Якщо виникає занадто багато хибних сигналів, вони спричиняють марну трату часу, і люди схильні не сприймати їх серйозно. Помітною проблемою є так звана *помилка базової ставки*, результат імовірностей, які беруть участь, який показує, що дуже складно в цьому типі системи досягти високого рівня виявлень з низьким рівнем хибних спрацювань [3].

Машина виводу виконує аналіз для кожного елемента ланцюга окремо. Аналіз починається з події створення елемента продукції та перевіряє кожне з активних правил для впорядкованої у часі пари подій, позначених як e_i та e_{i+1} .

Перевірка на несуперечливість даних швидкості. До ланцюга подій потоку фізичної одиниці продукції застосовуються певні обмеження швидкості. Це правило перевіряє, що швидкість (обчислена за допомогою різниць в часі та місцезоташуванні подій e_i та e_{i+1}) знаходиться в межах мінімальної v_{min} та максимальної v_{max} швидкостей, які визначаються як конфігураційні параметри. Обґрунтуванням цього правила є те, що вантаж не може рухатися швидше, ніж це дозволяє механізм транспортування. Наприклад, якщо послідовність подій показує, що продукція була зафіксована у Бразилії о 10 ранку, а через годину в Україні, тоді це правило

виявить перевищення максимального порогу швидкості v_{max} . Таку суперечливість даних може спричинити мітка, яка була клонована, що свідчить про контрабандну продукцію. Значення за замовчування для порогу v_{max} визначається як максимально можливо швидкість транспортування літаком. Якщо ж відомий метод перевезення конкретного продукту (по морю, поїздом чи вантажівкою), то поріг швидкості може бути конфігурований більш точно. Така ж логіка застосовується і до порогу мінімальної швидкості.

Перевірка на несуперечливість показника тривалості перебування. Зазвичай в ланцюгах поставок продукція рухається до пункту продажу якомога швидше. Тому правило несуперечливості тривалості перебування перевіряє, чи різниця часу подій e_i та e_{i+1} є нижчою порога t_{max} .

Перевірка життєвого циклу продукції. Кожен елемент продукції протягом руху ланцюгом поставок має події створення та вилучення. Дане правило перевіряє, чи не зареєстровано ніяких подій перед подією створення або подій після події вилучення для цього елемента. Виявлена суперечність може свідчити про контрабандний продукт або про неправильну конфігурацію RFID зчитувача.

Попарне підтвердження відправлення та отримання продукції. Дане правило перевіряє наявність для кожної події отримання продукції e_{i+1} відповідну подію відправлення продукції e_i . Дане правило є дуже корисним в питанні виявлення викрадень продукції під час транспортування. Однак його можна легко обійти, якщо продукція була замінена на дешевшу з клонованими мітками.

Серед методів ІАД, які самонавчаються, на особливу увагу заслуговує пошук аномалій на основі графів.

Графи представляють собою одну з найбільш потужних та загальних форм представлення даних, яка може виразити різноманітні дані починаючи від багатовимірних графів «зв'язок-сутність», вебу, соціальних мереж, біологічних та хімічних сполук.

Останнім часом багато досліджень було зроблено з використанням даних у вигляді графів. Використання вершин для відображення сутностей, таких як люди, місця, річі, та ребер для представлення взаємозв'язків між сутностями, таких

як «друг», «живе», «володіє», дозволяє значно багатше вираження даних, ніж стандартне відображення інформації у вигляді тексту чи таблиці. Представлення наборів даних в графічній формі дозволяє досліджувати структурні властивості даних, які не є очевидними при традиційних методах ІАД. Більшість методів аналізу даних фокусуються на даних атрибутів. На противагу ним, графічні дані містять вузли з попарними відносинами між ними. Зв'язки можуть бути зважені для опису міцності асоціації або спорідненості між будь-якими двома вузлами.

На рис. 3 наведено відповідність між екземпляром даних транзакцій та даних у вигляді графів:

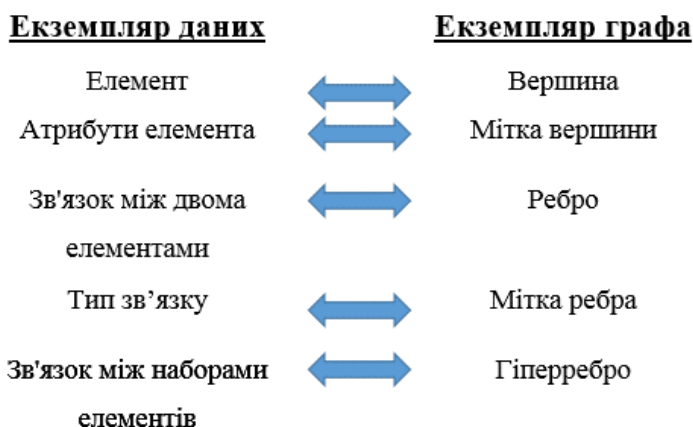


Рис.3 Відповідність між екземпляром даних транзакцій та даних у вигляді графів

Сутністю ІАД з використанням графів є пошук частих графів послідовностей (FSM – frequent sequence mining). Метою FSM є видобуток всіх частих підграфів в заданому наборі даних, чия кількість появ більше певного порогового значення мінімальної підтримки.

Мінімальна підтримка графа g визначається як відсоток графів в G , який містить g як підграф.

Еберле та Холдер [5] представили метод виявлення аномалій на основі графів GBAD (Graph-Based Anomaly Detection), який використовує інформаційно-теоретичний

(GBAD-MDL), ймовірнісний підходи (GBAD-P) та підхід максимальної часткової підструктури (GBAD-MPS) для виявлення трьох типів аномалій графів: модифікацій, вставок та вилучень.

Структура алгоритму GBAD наведена на рис.4.

Ідея, яка лежить в основі підходу – знайти аномалії в даних, представлених у вигляді графів, де аномальна підструктура (принаймні одне ребро чи вершина) в графі – це частина (або додана до, або відсутня в) неаномальної підструктури, або *нормативного шаблону*. Це визначення аномалії є унікальним як в області виявлення аномалій на основі графів, так і в інших областях виявлення аномалій. Поняття знаходження шаблону, який є «схожим» на популярні, або хороші, шаблони відрізняється від більшості підходів, які шукають незвичні або «погані» шаблони.

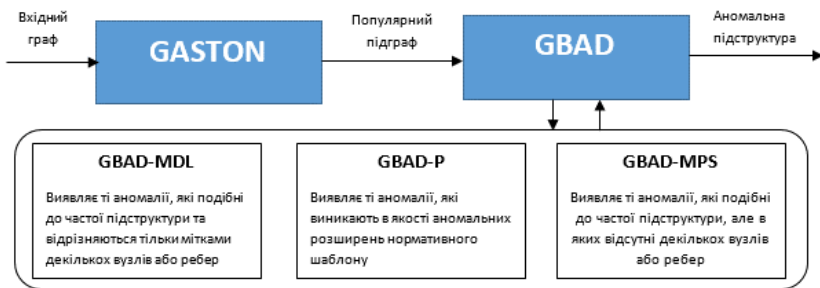


Рис.4 Структура алгоритму GBAD

Визначення 1. Підструктура графа S' є аномальною, якщо вона не ізоморфна до нормативної підструктури графа S , але ізоморфна S в межах $X\%$. X визначає процент вершин та ребер, які необхідно змінити для того, щоб S' був ізоморфним до S . Важливість цього визначення полягає в його зв'язку з виявленням шахрайства (тобто будь-яким видом обманної практики, яка призначена для незаконного отримання або приховання інформації). Якщо фізична або юридична особа спробує вчинити шахрайство, вона зробить усе можливе, щоб приховати свою нелегальну поведінку. З цією метою шахраї намагаються якомога подібно імітувати легальні дії. Цей факт робить визначення аномалії в графі актуальним.

Еберле та Холдер виділяють такі можливі зміни графу, які пов'язані з аномаліями:

1. Неочікувана наявність вершини;
2. Неочікувана наявність ребра;
3. Мітка вершини відрізняється від прогнозованої;
4. Мітка ребра відрізняється від прогнозованої;
5. Очікувана вершина відсутня;
6. Очікуване ребро між двома вершинами відсутнє.

Очевидно, що ці самі ситуації можна застосувати і до підструктури (тобто, багатьох вершин та ребер), і розглядатися вони будуть так само. По суті існують три категорії аномалій: вставки, модифікації та вилучення.

З метою вирішення визначення аномалії, в алгоритмі зроблені наступні припущення щодо даних:

Припущення 1. Основна частина графа складається з нормативного шаблону, і не більше X% нормативного шаблону змінюється у випадку аномалії.

Оскільки визначення має на увазі, що аномалія становить незначну зміну в переважаючій підструктурі, можемо вибрати невеликий відсоток (наприклад, 10%) для відображення найбільшої зміни підструктури у випадку шахрайських дій.

Припущення 2. Граф є регулярним.

Якби граф був нерегулярним, розрізнити аномалії та шум в даних було б дуже складно.

Припущення 3. Аномалії складаються з однієї або більше модифікацій, вставок або вилучень.

Припущення 4. Нормативний шаблон є зв'язаним.

Припущення 5. Очікувані відхилення графу добре відображені, і таким чином їх можна відрізнити від аномальних відхилень.

Підхід GBAD спочатку мав за основу алгоритм SUBDUE, але задля задоволення потреб продуктивності, була розроблена модифікація, яка має за основу підхід GASTON для пошуку популярних підграфів [10]. Застосовуючи пошук в глибину (DFS - depth-first search) на вхідних графах, алгоритм будує ієрархічне дерево пошуку, ґрунтуючись на кодах DFS, присвоєних кожному графу. Потім, використовуючи цю канонічну деревовидну структуру, алгоритм виконує обхід дерева з метою виявлення популярних підграфів. Цей пошук по кодам DFS

повторюється на кожному ребрі до тих пір, поки частота не опуститься нижче порога мінімальної підтримки. Продуктивність цього методу покращується за рахунок початкового пошуку частих шляхів, а згодом пошуку частих дерев, і нарешті завершується пошуком частих підграфів.

За рахунок представлення графів у вигляді списків суміжності, наявності деревовидної структури та стратегії скорочення (пошук в глибину дозволяє вилучення ребер та цілих графів з пошукового простору після того, як були оброблені всі відповідні шаблони для цього ребра або графа) GASTON використовує мінімальний обсяг пам'яті.

На рис. 5 наведено приклад відображення даних відстеження у вигляді графу.

Дані відстеження продукції в якості вхідних даних для аналізу на виявлення аномалій можна представити у вигляді незв'язних підграфів, де кожен підграф відображає дані шляху елемента продукції по ланцюгу поставок. Дані можуть бути витягнуті з бази даних відстеження, а саме заголовки таблиць в якості міток ребер, та кожен запис таблиці як вершина, зв'язана з центральною вершиною, яка помічена як «Одиниця продукції».

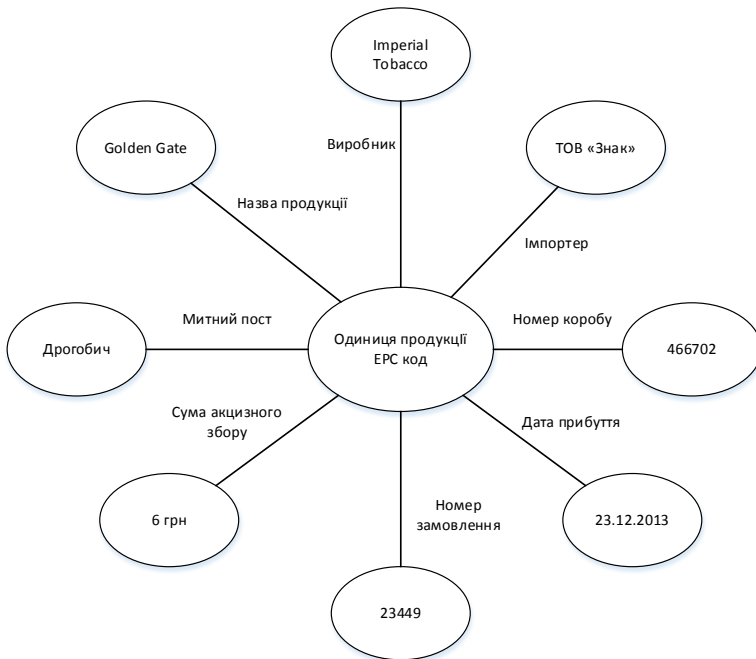


Рис.5 Дані відстеження у вигляді графу

Висновки та напрями подальших досліджень.

Аналіз та виявлення потенційно небезпечних схем або дій дає можливість локалізувати шахрайство та змінити конкретний бізнес-процес(и) ланцюга поставок, перекривши таким чином певну можливість для здійснення неправомірних дій. В подальшому, в якості продовження розвитку запропонованої системи, можна впровадити алгоритм пошуку правил в поведінці учасників логістичного ланцюга, і таким чином, зробити його більш адаптованим до змін в середовищі, а також оптимізувати швидкість роботи алгоритму пошуку аномалій на основі графів.

Список використаної літератури

1. Муханов, Л.Е. Система обнаружения мошенничества в области платежных карт / Л.Е. Муханов // Информационные технологии : Научно-технический и научно-производственный журнал. – 2008. – С.62–66.

2. Петровский, М.И. Алгоритмы выявления исключений в системах интеллектуального анализа данных / М.И. Петровский // Журнал РАН «Программирование». – 2003. – №4. – С.66–80.
3. Axelsson, S. The base-rate fallacy and the difficulty of intrusion detection / S. Axelsson // ACM Transactions on Information and System Security. – 2000. – Т.3, №3. – С.186–205.
4. Delamaire, L. Credit card fraud and detection techniques: a review / L. Delamaire, H.A. Abdou, J. Pointon // Banks and Bank Systems. – 2009. – Т.4, №2.
5. Eberle, W. Anomaly detection in data represented as graphs / W. Eberle, L. Holder // Intelligent Data Analysis. – 2007. – Т.11. – С.663–689.
6. Fawcett, T. Adaptive Fraud Detection / T. Fawcett. – 1997. – №316. – С.291–316.
7. Frawley, W.J. Knowledge Discovery in Databases: An Overview / W.J. Frawley, G. Piatetsky-Shapiro, C. Matheus // AI Magazine. – 1992. – Т.3, №13. – С.57–70.
8. Laney, D. 3D Data management: Controlling data volume, velocity and variety. Meta Group / D. Laney // META Group. – 2001. – №February. – С.1–4.
9. May, W. Active Rules in the Semantic Web: Dealing with Language Heterogeneity / W. May, J.J. Alferes, R. Amador // Rules and Rule Markup Languages for the Semantic Web / ред. D. Hutchison, T. Kanade, J. Kittler, J. M. Kleinberg, F. Mattern, J. C. Mitchell, M. Naor, O. Nierstrasz, C. Pandu Rangan, B. Steffen, M. Sudan, D. Terzopoulos, D. Tygar, M. Y. Vardi, G. Weikum, A. Adi, S. Stoutenburg, S. Tabet. – Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2005. – С.30–44.
10. Nijssen, S. The Gaston Tool for Frequent Subgraph Mining / S. Nijssen, J.N. Kok // Electronic Notes in Theoretical Computer Science. – 2005. – Т.127, №1. – С.77–87.

2.3. ЕКОНОМЕТРИЧНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ВИТРАТ НА СПОЖИВАННЯ І ЗАОЩАДЖЕННЯ ДОМАШНІХ ГОСПОДАРСТВ УКРАЇНИ

Анотація. Узагальнено практичний досвід розробки технології створення інформаційно-аналітичної системи витрат домашніх господарств у тісному взаємозв'язку з їхніми доходами. Реалізована економетрична модель для прогнозування соціальних показників: наявного доходу, середньомісячної заробітної плати, надходжень від оподаткування доходів фізичних осіб, соціальної допомоги, структури доходів і витрат відповідно до етапів розробки бюджету, в процесі узгодження соціальних показників за очікуваними сценаріями розвитку економіки України.

Ключові слова: домашнє господарство, доходи, витрати, наявний дохід, податкові надходження, споживання, заощадження, економетрична модель доходів і витрат, модифікації моделі.

Основними джерелами доходів (IN) домашніх господарств є заробітна плата (FWG), прибуток та змішаний дохід (EIN), доходи від власності (одержані) (INPO), соціальні допомоги та інші одержані поточні трансферти (SSD), до яких віднесено соціальні допомоги (SD), інші одержані поточні трансферти (IPTO), соціальні трансферти у натуральній формі (STN). Складовими витрат домашніх господарств є: витрати на придбання товарів та послуг (за всіма джерелами їх надходження) (CPRIS), витрати для отримання доходів від власності (сплачені) (EPS), поточні податки на доходи та майно та інші сплачені поточні трансферти (TAXT), в тому числі на поточні податки на доходи та майно фізичних осіб (TAXINP), внески на соціальне страхування (SSI), інші (сплачені) поточні трансферти (IPTS), витрати на приріст заощаджень (CS), зокрема на приріст фінансових активів (GFA) і нагромадження нефінансових активів (ANFA). У балансі доходів і витрат населення доходи дорівнюють витратам (E).

Для оцінки і прогнозу доходів домашніх господарств на перспективу у публікації автора [1] запропоновано

економетричну модель: «lnkome_tax». На основі актуалізації цієї моделі з використанням інформації за 2012-2013 рр. із системи національних рахунків і попередніх даних про доходи і витрати домашніх господарств (ДГ) модифіковано економетричні рівняння, апробовано сценарії розвитку економіки України під впливом дестабілізуючих факторів. У спрощеному варіанті у модель «lnkome_tax» включено рівняння:

$$\begin{aligned}
 \text{DEFIN05} &= \text{DEFIN05}(-1) * \text{CPIPS}, \\
 \text{MZPP05} &= \text{MZPP} / \text{DEFIN05}, \\
 \text{GDP05} &= \text{GDP05}(-1) * \text{TGDP}, \\
 \text{LOG}(\text{WG05}) &= 0,489 * \text{LOG}(\text{WG05}(-1)) + \\
 &+ 0,274 * \text{LOG}(\text{GDP05} / \text{ZAN}) + 0,001 * \text{MZPP05} + 3,478 / \text{UMOP}, \\
 \text{LOG}(\text{IN05}) &= 0,944 * \text{LOG}(\text{IN05}(-1)) + 0,677 * (\text{WG05} / \text{WG05}(-1)) + \\
 &+ 0,105 / \text{Z}, \\
 \text{LOG}(\text{STN05} / \text{NC}) &= 0,339 * \text{LOG}(\text{STN05}(-1) / \text{NC}(-1)) + \\
 &0,001 * (\text{WG05}) + 4,149, \\
 \text{LOG}(\text{CIN05}) &= 0,948 * \text{LOG}(\text{CIN05}(-1)) + 0,661 * (\text{WG05} / \text{WG05}(-1)), \\
 \text{LOG}(\text{EPS05}) &= -0,695 * \text{GFD} + 4,888 * \text{LOG}(\text{CIN05} / \text{NCf}) - 19,149, \\
 \text{LOG}(\text{FWG05}) &= 0,927 * \text{LOG}(\text{FWG05}(-1)) + \\
 &+ 0,836 * (\text{GDP05} / \text{GDP05}(-1)) + 0,167 / \text{Z}, \\
 \text{LOG}(\text{TAXINP05}) &= 0,462 * \text{LOG}(\text{FWG05}) + \\
 &+ 0,581 * (\text{WG05} / \text{WG05}(-1)) + 0,331 * \text{LOG}(\text{GDP05} / \text{ZAN}) + \\
 &+ 2,068e-05 * (\text{TAXINP05}(-1)), \\
 \text{LOG}(\text{TAXT05}) &= 0,582 * \text{LOG}(\text{FWG05}) + 0,500 * \text{LOG}(\text{WG05}) - \\
 &- 0,018 * \text{LOG}(\text{TAXT05}(-1)) / \text{Z}, \\
 \text{LOG}(\text{EIN05}) &= 1,605 * (\text{GDP05} / \text{GDP05}(-1)) + \\
 &+ 0,862 * \text{LOG}(\text{EIN05}(-1)), \\
 \text{LOG}(\text{INPO05}) &= 0,111 * \text{GFD} + 0,748 * \text{LOG}(\text{INPO05}(-1)), \\
 \text{LOG}(\text{SSD05}) &= 0,583 * \text{LOG}(\text{GDP05}) + 0,001 * \text{WG05} + \\
 &+ 0,323 * \text{LOG}((\text{SSD05}(-1))), \\
 \text{LOG}(\text{SD05}) &= 0,833 * (\text{GDP05} / \text{GDP05}(-1)) + \\
 &+ 1,021 * \text{LOG}(\text{SD05}(-1)) - 0,996, \\
 \text{LOG}(\text{IPTO05}) &= 2,522 * (\text{GDP05} / \text{GDP05}(-1)) + \\
 &+ 0,697 * \text{LOG}(\text{IPTO05}(-1)) + 0,502 / \text{Z}, \\
 \text{CIN105} &= \text{IN05} - \text{STN05} - \text{TAXT05} - \text{EPS05}, \\
 \text{SSD105} &= \text{SD05} + \text{IPTO05} + \text{STN05}, \\
 \text{IN105} &= \text{FWG05} + \text{EIN05} + \text{INPO05} + \text{SSD05}, \\
 \text{IN205} &= \text{FWG05} + \text{EIN05} + \text{INPO05} + \text{SSD105}, \\
 \text{SPF} &= \text{SP05} * \text{DEFIN05},
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{TNSPF} &= (\text{SPF}/\text{SPF}(-1) * 100) - 100, \\ \text{TRSPF} &= (\text{SP05}/\text{SPF05}(-1) * 100) - 100, \\ \text{S1SPF} &= \text{SPF}/\text{IN1} * 100, \\ \text{S2SPF} &= \text{SPF}/\text{IN2} * 100. \end{aligned}$$

В моделі: «Inkome_tax» крім вищезазначених складових доходів також використано інформацію з інших джерел: WG і MZPP – середньомісячна заробітна плата і мінімальна заробітна плата на початок року; ZAN і UМOP – кількість зайнятих і рівень безробіття за методологією МОП; GDP, TGDP – ВВП, темп ВВП. Для оцінки доходів від власності, соціальних трансфертів у натуральній формі використано дані про житловий фонд населення (GF), житловий фонд на особу (GFD), чисельність постійного населення в Україні (NC). Додатково введено фіктивну змінну (Z) для згладжування різноспрямованих тенденцій як до спаду, так і до зростання у соціальних показниках, що не залежали від причинно-наслідкових взаємозв'язків і для яких спостерігалися впродовж досліджуваного періоду.

Для переведення фактичних значень показників (SPF) у постійні ціни 2005 р. використано дефлятор (DEFIN05) із застосуванням індекса середньорічних споживчих цін (CPI). Показники у порівнянних цінах позначено як SP05. Якщо в оцінках окремих показників використовуються як економетричні рівняння, так і балансові рівняння, то для їхніх модифікацій використовуються числові значення: CIN, CIN1 – для наявного доходу, IN, IN1, IN2 – для загального доходу домашніх господарств (ДГ), SSD, SSD1 – для загальних соціальних трансфертів.

Балансові рівняння побудовано для наявного доходу домашніх господарств згідно процедури його формування за доходами у системі національних рахунків (СНР). Наявний дохід (CIN) дорівнює загальному доходу (IN) за вилученням соціальних трансфертів у натуральній формі (STN), що надходять сектору ДГ із сектора загальнодержавного управління, сплачених фізичними особами податків на доходи і майно (ТАХТ), сплачених доходів від власності (EPS) у витратах ДГ. Наявний дохід використовується згідно теоретичних концепцій на споживання і заощадження. Ці два

фактори сприяють процесу розширеного відтворення та економічному розвитку.

Соціальні трансферти (SSD105) у моделі є сумою різних видів грошової допомоги, субсидій, поточних трансфертів із фондів соціального страхування (SD05), інших поточних трансфертів, отриманих ДГ (IPTO05), соціальних трансфертів у натуральній формі (STN05), що фінансуються із бюджету.

Балансові рівняння для загальних доходів ДГ (IN105, IN205) розглянуто у двох варіантах, оскільки крім заробітної плати (FWG05), прибутку і змішаного доходу (EIN05), надходжень доходів від володіння власністю (INPO05), для їх визначення використано загальні соціальні трансферти, що розраховано як за економічним рівнянням (для SSD05), так і за сумою його складових (для SSD105).

В модель включено тільки ті економетричні рівняння соціальних показників, які мають задовільні статистичні характеристики у постійних цінах 2005 р.

Модель «Income_tax» доповнено чотирма типами допоміжних рівнянь для переведення всіх фактичних показників (SPF) моделі у ціни 2005 р. (SP05) і навпаки за допомогою дефлятора (DEFIN05), рівняннями для визначення номінальних (tn) і реальних темпів (tr) розрахованих показників, очікуваної структури доходів (s1, s2) на основі розрахованих загальних доходів (IN1, IN2), щоб уникнути значних похибок при застосуванні в моделі того чи іншого економетричного рівняння та значних відхилень від очікуваної тенденції у прогнозних оцінках.

Актуальність розробки моделі обумовлена недостатніми публікаціями в Україні сучасних проблем споживання і ролі домашніх господарств у процесах відтворення [2-5].

На основі моделі виконано серію експериментальних прогнозних розрахунків за заданими сценаріями щодо розвитку економіки України на 2014-2016 рр., що залежать від очікуваної зміни реальних темпів ВВП та індексів споживчих цін, мінімальної заробітної плати. Результати прогнозу соціальних показників узагальнено у табл. 1. Внаслідок реалізації сценаріїв I-VII у розвитку економіки України у табл. 1 наведено очікувані реальні темпи наявного доходу ДГ (trCIN), середньомісячної заробітної плати (trWG), соціальної допомоги та інших

поточних трансфертів із різних джерел (trSSD). В останній колонці наведено очікувані реальні темпи загальних доходів домашніх господарств (trIN). Аналогічні оцінки отримано для базового (умовного сценарію), позначеного як сценарій OPT за припущення щодо стабілізації розвитку економіки, який спеціально застосовано для порівняння з очікуваними реальними темпами соціальних показників за сценаріями I-VII. Для розробленого інструментарію сформульовано додаткові сценарії та макроекономічні припущення щодо розвитку економіки України, зокрема, для сценарію V темпи ВВП, CPI визначено при припущенні, що курс 1\$=10 грн; для сценарію VI – 1\$=10,5 грн; для сценарію VII темпи ВВП, CPI визначено при припущенні, що 1\$=8,7-8,9 грн.*

При загостренні ситуації, підвищенні курсу долара і зростанні індексу споживчих цін (CPI) очікуються низькі реальні темпи наявного доходу, середньомісячної заробітної плати (1,1-0,3%) з поступовим підвищенням у 2016 р. до 3,3%. При низьких реальних темпах середньомісячної заробітної плати реальні темпи соціальної допомоги та інших трансфертів, що пов'язані з формуванням соціальної допомоги у грошовій формі та фондів соціального страхування (trSD), спадатимуть переважно у межах: від (-2,9%) до (-0,6%) (за сценаріями V-VII), а при значних темпах спаду ВВП і зростанні споживчих цін реальні темпи соціальних трансфертів знизяться на (-9%) порівняно з попереднім роком (табл. 1).

Таблиця 1. Сценарії у розвитку економіки України у 2014-2016 рр., % до попереднього року

Сценарії	trGDP	CPI	trCIN	trWG	trSSD	trIN
<i>Сценарій I</i>						
2014	1,5	3,9	-1,9	1,1	1,8	2,8
2015	2,5	4,0	-0,9	2,4	3,3	3,6
2016	4,0	4,3	0,4	4,3	7,7	4,7
<i>Сценарій II</i>						
2014	1,0	4,0	-2,1	0,7	1,4	2,6
2015	1,0	4,3	-1,8	1,0	1,6	2,7
2016	3,0	4,5	-0,6	2,6	4,7	3,6
<i>Сценарій III</i>						
2014	0,5	4,5	-2,4	0,34	0,9	2,3

2015	0,3	4,5	-2,3	0,30	0,6	2,2
2016	2,0	5,0	-2,3	0,12	0,9	1,9
<i>Сценарій IV</i>						
2014	1,0	5,0	-2,6	-0,02	0,5	2,1
2015	-0,1	5,0	-3,1	-0,9	0,8	1,4
2016	-10,0	6,0	-7,5	-8,0	-8,8	-3,4
<i>Сценарій V</i>						
2014	1,5	15,2	-1,9	1,1	1,8	2,8
2015	4,0	16,0	-0,2	3,4	4,8	4,3
2016	4,0	6,0	0,9	5,0	9,2	5,2
<i>Сценарій VI</i>						
2014	1,5	15,2	-1,9	1,1	1,8	2,8
2015	2,5	16,0	-0,9	2,4	3,3	3,6
2016	4,0	6,0	0,4	4,3	7,6	4,7
<i>Сценарій VII</i>						
2014	0,5	5,2	-2,4	0,3	0,9	2,3
2015	1,2	5,1	-1,9	0,9	1,5	2,6
2016	4,0	6,0	-0,2	3,3	5,4	4,1
<i>Сценарій OPT (для порівняння при стабілізації розвитку)</i>						
2014	4,4	5,5	-0,3	3,5	4,8	4,5
2015	5,5	5,0	1,6	6,2	9,2	6,1
2016	5,0	4,9	2,4	7,0	9,7	6,8
Примітка: у сценаріях V-VII очікувані зміни показників <i>trGDP</i> і <i>CPI</i> на 2014 -2016 рр. визначено за оцінками співробітника Інституту економіки та прогнозування НАН України Бадіної О.І.						

Якщо орієнтуватися навіть на відносно низьке зростання споживчих цін у 2014–2016 рр., то реальні темпи наявного доходу і середньомісячної заробітної плати демонструватимуть низькі темпи зростання: 1) при менш гострій ситуації у 2014–2016 рр. (за сценаріями I-II) наявний дохід ДГ спадатиме у від (-2,1%) до (-0,6%); СМЗП зростатиме низькими темпами (від 1,1% до 2,6% порівняно з попереднім роком); 2) при загостренні ситуації (за сценаріями III-IV) при темпах ВВП від 1% до -10% та індексу споживчих цін в межах 5-6% темпи наявного доходу становитимуться (-2,6%)–(-7,5%), а темпи СМЗП – (-0,02%)–(-8%). За тривалої тенденції зменшиться схильність ДГ до споживання та заощадження.

Подальший розвиток вищезазначеної моделі «*Inkome_tax*» спрямовано на дослідження структури витрат і формування

наявного доходу домашніх господарств за складовими витрат. Балансове рівняння для витрат сектору домашніх господарств приймає вигляд:

$$E = \text{CPRIS} + \text{EPS} + \text{TAXT} + \text{ANFA} + \text{GFA}. \quad (1)$$

Витрати на придбання товарів і послуг (CPRIS) є фактичним індивідуальним кінцевим споживанням домашніх господарств за всіма джерелами їх надходження (від домашніх господарств (ДГ), некомерційних організацій, що обслуговують ДГ, та індивідуальних витрат сектора загальнодержавного управління), тобто витрат секторів: власне кінцевих споживчих витрат домашніх господарств (CPR1), витрат некомерційних організацій, що обслуговують домашні господарства (CPRNKO), індивідуальних споживчих витрат сектору загальнодержавного управління (CPRIZDY) у структурі ВВП за категоріями кінцевого використання. В балансі витрат і заощаджень домашніх господарств CPR1 є індивідуальними витратами (ДГ) на придбання товарів та оплату послуг; вони дорівнюють, за нашими оцінками, приблизно 0,85 CPRIS, де:

$$\text{CPRIS} = \text{CPR1} + \text{CPRNKO} + \text{CPRIZDY}. \quad (2)$$

Сплачені податки на доходи, майно та інші поточні трансферти (TAXT) є сумою складових і, відповідно балансовим рівнянням виду:

$$\text{TAXT1} = \text{TAXINP} + \text{SSI} + \text{IPTS}, \quad (3)$$

де TAXINP - поточні податки, сплачені фізичними особами на доходи, майно тощо, SSI - внески на соціальне страхування, IPTS - інші поточні трансферти (сплачені)). Страхові внески роботодавців і працівників у позабюджетні страхові соціальні фонди виплачуються працівникам у випадку настання соціальних ризиків у формі одержаних поточних трансфертів (IPTO) у структурі доходів домашніх господарств.

Для оцінки чистих заощаджень (CS) домашніх господарств використовуються такі показники: ANFA – витрати на нагромадження нефінансових активів і GFA – на приріст фінансових активів. Сума цих двох показників є показником чистого кредитування (+) або чистого запозичення (-) у системі національних рахунків:

$$\text{CS} = \text{ANFA} + \text{GFA}. \quad (4)$$

У свою чергу приріст фінансових активів залежить, за нашими припущеннями, від приросту грошових вкладів та

заощаджень у цінних паперах у національній валюті (GDNV), приросту заощаджень у іноземній валюті (GDIV), одержаних позик за вилученням погашених (GGK). Для оцінки чистих заощаджень розглянуто динамічні ряди на основі даних банківської статистики, що базуються на даних про обсяги депозитів і кредитів сектора домашніх господарств, таких же показників по економіці в цілому з розбивкою у національній та іноземній валюті, середньозважених річних процентних ставок за кредитами та депозитами. Для них використано позначення: KF - кредити, надані ДГ, DF - депозити ДГ, тобто зобов'язання банків за коштами, залученими на рахунки фізичних осіб, відповідно, KFNV, KFIV і DFNV, DFIV – кредити і депозити у національній та іноземній валюті, RKF і RDF, RK і RD, відповідно, середньозважені річні процентні ставки на кредити і депозити у поточному році, що розглядаються як для фізичних осіб, так і в цілому по економіці, зокрема, у національній та іноземній валютах.

У експериментальних розрахунках для рівняння (1) використано дві модифікації. Одна із них пов'язана із необхідністю зменшити вплив похибки у оцінках поточних податків на доходи, майно та інших сплачених поточних трансфертів на витрати та заощадження:

$$E1 = CPRS + EPS + TAXT1 + ANFA + GFA. \quad (5)$$

Друга модифікація балансового рівняння витрат обумовлена значними поточними приростами і нерівномірними коливаннями у нагромадженні нефінансових активів і прирості фінансових активів домашніх господарств, заміною їх чистим приростом заощаджень (CS):

$$E2 = CPRS + EPS + TAXT + CS. \quad (6)$$

Використання балансових рівнянь для витрат сектору домашніх господарств з двома його модифікаціями (E1, E2) обумовлено необхідністю зменшити, з одного боку, вплив похибки в оцінках поточних податків на доходи, майно та інших сплачених поточних трансфертів; з другого – в оцінках витрат на чисте заощадження та його складові.

Наявний дохід та його модифікації (CIN2, CIN3), що розраховано за витратами (E), є сумою витрат ДГ на придбання товарів і оплату послуг (CPRIS), що не залежать від того, хто їх оплачує (домашні господарства, некомерційні організації, що

обслуговують ДГ, або надаються ДГ сектором загальнодержавного управління у формі безоплатних товарів і послуг); витрат на нагромадження нефінансових і приріст фінансових активів, за вилученням соціальних трансфертів у натуральній формі (STN), тобто за вилученням видатків на безоплатні послуги із бюджету на охорону здоров'я, освіту, відпочинок, культуру та спорт тощо:

$$\text{CIN2} = \text{CPRIS} + \text{ANFA} + \text{GFA} - \text{STN}. \quad (7)$$

$$\text{CIN3} = \text{CPRIS} + \text{CS} - \text{STN}. \quad (8)$$

Наявний дохід (CIN2, CIN3) домашніх господарств при такому визначенні, з одного боку, є доходом, з яким населення виходить на споживчий ринок; з другого, - на основі якого формується поточний приріст чистих заощаджень (CS) у формі нефінансових активів (ANFA) (для нагромадження багатства) і фінансових активів (GFA). Останні через банківську систему і фінансові організації у формі заощаджень, кредитів та інвестицій використовуються для інновацій і розвитку [6-7].

Важливу роль у економічному зростанні відведено формуванню наявного доходу домашніх господарств та його використанню на споживання і заощадження. Від стабільності середньої і граничної схильності домашніх господарств до споживання і заощадження на тривалому проміжку часу значною мірою залежить гармонізований з платоспроможним попитом населення розвиток споживчого ринку. Кінцеві споживчі витрати домашніх господарств є фактично реалізованим попитом на основі використання їхнього наявного доходу, залучених кредитів, використаних недеklarованих і тінювих доходів.

Середня схильність домашніх господарств до споживання (SSV) і заощадження (SCS) визначається як частка індивідуальних кінцевих споживчих витрат (CPRI) і, відповідно, поточного приросту чистих заощаджень (CS) у формі нефінансових і фінансових активів у наявному доході ДГ:

$$\text{SSV}(\text{CPRI}) = \text{CPRI}/\text{CIN}, \quad (9)$$

$$\text{SCS} = (\text{ANFA} + \text{GFA})/\text{CIN}. \quad (10)$$

Гранична схильність до споживання $\text{HSV}(\text{CPRI})_t$ і заощадження $(\text{HCS})_t$ визначається як частка поточного (t)

приросту індивідуальних кінцевих споживчих витрат домашніх господарств і, відповідно, поточного приросту заощаджень ДГ у його основних формах порівняно з їхнім приростом за попередній період (t-1) у прирості наявного доходу, тобто показник граничної схильності домашніх господарств до споживання і заощадження показує, як розподіляється одиниця приросту наявного доходу на індивідуальне споживання і заощадження:

$$HSV(CPRI)t = (CPRI_t - CPRI_{(t-1)}) / (CIN_t - CIN_{(t-1)}), \quad (11)$$

$$(HCS)_t = ((CS_t) - (CS_{(t-1)})) / (CIN_t - CIN_{(t-1)}). \quad (12)$$

Для визначення середньої і граничної схильності до споживання і заощадження в динаміці для домашніх господарств, як однієї із ознак стабільного процесу відтворення, вищезазначені рівняння включено окремим блоком в узагальнюючу модель формування витрат домашніх господарств.

В економетричній моделі для формування витрат домашніх господарств використовуються окремі показники, що вже застосовувалися для формування доходів домашніх господарств. До них віднесено середньомісячну заробітну плату (WG); мінімальну заробітну плату на початок і кінець року (MZPP, MZPK), її середньозважене значення (MZPS); кількість зайнятих (ZAN); рівень зареєстрованого безробіття (U) і за методологією (UMOP); кількість безробітних (UK, UKMOP).

Для взаємозв'язку складових витрат домашніх господарств з макропоказниками використано дані про валовий внутрішній продукт у фактичних і порівнянних цінах 2005 р. (GDP, GDP05), кінцеві споживчі витрати для індивідуального споживання сектору загальнодержавного управління у фактичних цінах (CPRIZDY) і кінцеві споживчі витрати сектору некомерційних організацій (CPRINO), індекс споживчих цін (CPI) та індекс цін виробників (PPI). Показники для створення інформаційної бази і побудови економетричної моделі для аналізу і прогнозу доходів і витрат сектору домашніх господарств та інших соціальних показників переважно використано із системи національних рахунків.

За нашими припущеннями у кінцеві споживчі витрати (CPR) у структурі ВВП включено як основну складову витрати

на придбання товарів та оплату послуг домашніх господарств (тобто фактичне кінцеве споживання домашніх господарств (CPRIS) за всіма джерелами витрат). CPR05 визначається економетричним рівнянням, що залежать від кінцевих споживчих витрат з лагом (-1) (CPR05(-1)), величини ВВП або його темпів (GDP05, trGDP):

$$\begin{aligned} \text{LOG}(\text{CPR05}) &= 0,699 * \text{LOG}(\text{CPR05}(-1)) + & (13) \\ & (10,65) \\ & + 0,720 * \text{LOG}(\text{GDP05}) - 5,432, \\ & (5,91) & (-5,95) \\ R^2 &= 0,98; & D.W. = 1,52; & S.E. = 0,05. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LOG}(\text{CPR05}) &= 1,076 * \text{LOG}(\text{CPR05}(-1)) + & (14) \\ & (40,91) \\ & + 1,156 * \text{LOG}(\text{trGDP}) - 0,929, \\ & (7,15) & (-2,79) \\ R^2 &= 0,98; & D.W. = 2,12; & S.E. = 0,05. \end{aligned}$$

Функція споживання (як основна складова витрат на придбання товарів та оплату послуг або як фактичне кінцеве споживання домашніх господарств (CPRIS) за всіма джерелами витрат) визначається економетричним рівнянням, що залежить від споживання домашніх господарств з лагом (-1) (CPRIS05(-1)) і поточних доходів (IN05(-1)) за попередній рік, тобто характеризується певною інерційністю:

$$\begin{aligned} \text{LOG}(\text{CPRIS05}) &= -0,852 * \text{LOG}(\text{CPRIS05}(-1)) + & (15) \\ & (-1,77) \\ & + 1,717 * \text{LOG}(\text{IN05}(-1)) + 1,479, \\ & (3,95) & (2,14) \\ R^2 &= 0,98; & D.W. = 1,72; & S.E. = 0,07. \end{aligned}$$

Для індивідуальних кінцевих споживчих витрат сектора ДГ на придбання товарів і послуг за рахунок власних коштів (CPRI), крім аналогічного для них рівняння виду (13) для їх визначення, використано середньозважений коефіцієнт KCPRI за останні роки, що відображає співвідношення між власне кінцевими споживчими витратами ДГ та їхнім загальним фактичним кінцевим споживанням:

$$\text{LOG}(\text{CPRI05}) = 0,096 * \text{LOG}(\text{CPRI05}(-1)) + \quad (16)$$

$$\begin{aligned}
 & (1,28) \\
 & +0,878*\text{LOG}(\text{IN05}), \\
 & (12,07) \\
 R^2=0,99; & \quad D.W.= 1,49; \quad S.E.= 0,03.
 \end{aligned}$$

$$\text{CPRI} = \text{KCPRI}*\text{CPRIS}. \quad (17)$$

Вважаємо, що витрати на придбання товарів та оплату послуг домашніх господарств (CPRIS) за всіма джерелами витрат та власне індивідуальні кінцеві споживчі витрати (CPRI) визначаються економетричними рівняннями, що залежать від таких споживчих витрат з лагом (-1), величини ВВП або його очікуваних реальних темпів (GDP05, trGDP):

$$\begin{aligned}
 \text{LOG}(\text{CPRIS05})= & 0,661*\text{LOG}(\text{CPRIS05}(-1))+ & (18) \\
 & (10,34) \\
 & +0,323*\text{LOG}(\text{GDP05})+0,311, \\
 & (5,31) & (6,66) \\
 R^2=0,98; & \quad D.W.= 2,05; \quad S.E.= 0,05.
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{LOG}(\text{CPRI05})= & 1,059*\text{LOG}(\text{CPRI05}(-1))+ & (19) \\
 & (42,10) \\
 & +1,147*\text{LOG}(\text{trGDP})-0,681, \\
 & (6,70) & (-2,20) \\
 R^2=0,98; & \quad D.W.= 1,97; \quad S.E.= 0,05.
 \end{aligned}$$

Значну увагу у структурі витрат ДГ акцентовано на витратах домашніх господарств на придбання товарів і послуг; на витратах для подальшого отримання доходів від власності, на поточні податки на доходи і майно та інші сплачені трансферти; на приріст заощаджень для нагромадження фінансових і нефінансових активів) і на середній і граничній схильності ДГ до споживання і заощадження.

Щоб сформулювати балансове рівняння для витрат (E) домашніх господарств (1), (5), (6), визначено економетричні рівняння для приросту фінансових (GFA), нефінансових (ANFA) активів і чистих заощаджень (CS) з такими характеристиками:

$$\text{LOG}(\text{GFA05})=0,496*\text{LOG}(\text{IN05}(-1))+ \quad (20)$$

$$\begin{aligned}
 & (11,48) \\
 & +3,008*\text{LOG}(\text{CS05}(-1))/\text{RD}, \\
 & \quad (6,10) \\
 \text{R2}=0,79; & \quad \text{D.W.}= 1,52; \quad \text{S.E.}= 0,82.
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{LOG}(\text{ANFA05})=0,448*\text{LOG}(\text{CS05})- & \quad (21) \\
 & (2,54) \\
 -0,298*\text{LOG}(\text{CIN05})+0,077*(\text{RK}-\text{RD})/\text{Z}, \\
 & (2,13) \quad (0,58) \\
 \text{R2}=0,62; & \quad \text{D.W.}= 2,28; \quad \text{S.E.}= 0,64.
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{LOG}(\text{CS05})=0,658*\text{LOG}(\text{CS05}(-1))+ & \quad (22) \\
 & (5,99) \\
 +0,324*\text{LOG}(\text{GDP05})-0,061*\text{RD}, \\
 & (3,46) \quad (-3,40) \\
 \text{R2}=0,91; & \quad \text{D.W.}= 2,41; \quad \text{S.E.}= 0,41.
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{LOG}(\text{CS05})=0,583*\text{LOG}(\text{CS05}(-1))-0,929*(\text{GDP05})+ & \quad (23) \\
 & (2,01) \quad (-1,01) \\
 +1,301*(\text{LOG}(\text{CIN05})), \\
 & (1,13) \\
 \text{R2}=0,83; & \quad \text{D.W.}= 1,74; \quad \text{S.E.}= 0,56.
 \end{aligned}$$

Оскільки дані про приріст фінансових і нефінансових активів, чисте заощадження домашніх господарств значно відстають від банківської статистики, то для оцінки схильності до заощаження і платоспроможного попиту домашніх господарств використано поточні дані про депозити (DF) і кредити (KF) цього сектора економіки. Розроблені економетричні рівняння відповідають загальним тенденціям до нарощування кредитів і депозитів у банках, динаміці процентних ставок на кредити (RKF) і депозити (RDF) для домашніх господарств, а також їхнім взаємозв'язкам із наявним доходом (CIN), як для сектора домашніх господарств, так і для інших секторів економіки [8-11].

Для характеристики тенденцій у формуванні депозитів і кредитів домашніх господарств отримано такі економетричні рівняння:

$$\begin{aligned} \text{LOG}(\text{DF05}) &= 0,872 * \text{LOG}(\text{DF05}(-1)) + & (24) \\ & \quad (21,66) \\ & + 0,140 * \text{LOG}(\text{GDP05}) - 0,019 * \text{RDF}, \\ & \quad (3,65) \quad (-2,44) \\ \text{R}^2 &= 0,98; \quad \text{D.W.} = 1,46; \quad \text{S.E.} = 0,15. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LOG}(\text{DF05}) &= 0,790 * \text{LOG}(\text{DF05}(-1)) + & (25) \\ & \quad (16,29) \\ & + 0,215 * \text{LOG}(\text{CIN05}) - 0,016 * (\text{RKF} - \text{RDF}), \\ & \quad (4,75) \quad (-3,58) \\ \text{R}^2 &= 0,98; \quad \text{D.W.} = 2,19; \quad \text{S.E.} = 0,13. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LOG}(\text{KF05}) &= 0,810 * \text{LOG}(\text{KF05}(-1)) + & (26) \\ & \quad (18,83) \\ & 0,210 * \text{LOG}(\text{CIN05}) - 0,035 * (\text{RKF} - \text{RDF}) \\ & \quad (5,35) \quad (-4,84) \\ \text{R}^2 &= 0,98; \quad \text{D.W.} = 1,44; \quad \text{S.E.} = 0,25. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LOG}(\text{KF05}) &= 0,843 * \text{LOG}(\text{KF05}(-1)) + & (27) \\ & \quad (22,83) &) \\ & 0,178 * \text{LOG}(\text{GDP05}) - 0,035 * (\text{RKF} - \text{RDF}), \\ & \quad (5,37) \quad (-4,82) \\ \text{R}^2 &= 0,98; \quad \text{D.W.} = 1,50; \quad \text{S.E.} = 0,25. \end{aligned}$$

Для збалансованості доходів домашніх господарств з їх витратами запропоновано узагальнюючу модель витрат, що відповідає існуючій структурі витрат сектору домашніх господарств у системі національних рахунків і в порівнянних цінах 2005р. «Expenditure_tax», що зведена до виду:

$$\begin{aligned} \text{defin05} &= \text{defin05}(-1) * \text{cpi}, \\ \text{mzpp05} &= \text{mzpp} / \text{defin05}, \\ \text{gdp05} &= \text{gdp05}(-1) * \text{tgdp}, \\ \text{LOG}(\text{WG05}) &= 0,470 * \text{LOG}(\text{WG05}(-1)) + \\ & + 0,284 * \text{LOG}(\text{GDP05} / \text{ZAN}) + 0,001 * \text{MZPP05} + 3,379 / \text{UMOP}, \\ \text{LOG}(\text{IN05}) &= 0,944 * \text{LOG}(\text{IN05}(-1)) + \\ & + 0,668 * (\text{WG05} / \text{WG05}(-1)) + 0,108 / \text{Z}, \\ \text{LOG}(\text{CPRIS05}) &= -1,566 * \text{LOG}(\text{CPRIS05}(-1)) + \\ & + 2,276 * \text{LOG}(\text{IN05}(-1)) + 3,298, \\ \text{LOG}(\text{CPRI05}) &= 0,110 * \text{LOG}(\text{CPRI05}(-1)) + 0,863 * \text{LOG}(\text{IN05}), \end{aligned}$$

$\text{LOG}(\text{EPS05})=18,035/\text{LOG}(\text{GFD})+4,313*\text{LOG}(\text{IN05})-52,979,$
 $\text{LOG}(\text{FWG05})=0,925*\text{LOG}(\text{FWG05}(-1))+$
 $+0,862*(\text{GDP05}/\text{GDP05}(-1))+0,162/\text{Z},$
 $\text{LOG}(\text{TAXT05})=0,808*\text{LOG}(\text{FWG05})+$
 $+0,255*(\text{WG05}/\text{WG05}(-1))+9,060\text{e-}06*\text{TAXT05}(-1),$
 $\text{LOG}(\text{TAXINP05})=0,185*\text{LOG}(\text{FWG05})+$
 $+0,681*(\text{WG05}/\text{WG05}(-1))+0,704*\text{LOG}(\text{TAXINP05}(-1)),$
 $\text{LOG}(\text{SSI05})=0,385*\text{LOG}(\text{IN05})+0,0003*\text{WG05}+$
 $+0,392*\text{LOG}((\text{SSI05}(-1))),$
 $\text{LOG}(\text{IPTS05})=0,545*\text{LOG}(\text{IN05}(-1))+ +0,001*\text{WG05},$
 $\text{LOG}(\text{STN05}/\text{NC})=0,345*\text{LOG}(\text{STN05}(-1)/\text{NC}(-1))+$
 $+0,007*(\text{WG05})+4,095,$
 $\text{LOG}(\text{CS05})=0,625*\text{LOG}(\text{CS05}(-1))+ +0,350*\text{LOG}(\text{GDP05})-$
 $-0,065*\text{RD},$
 $\text{LOG}(\text{ANFA05})=0,977*\text{LOG}(\text{CS05})-0,207*\text{LOG}(\text{ANFA05}(-2))+$
 $+0,035*(\text{RK}-\text{RD}),$
 $\text{LOG}(\text{GFA05})=0,479*\text{LOG}(\text{IN05}(-1))+$
 $+3,115*\text{LOG}(\text{CS05}(-1))/\text{RD},$
 $\text{CIN205}=\text{CPRIS05}-\text{STN05}+\text{ANFA05}+\text{GFA05},$
 $\text{CIN305}=\text{CPRIS05}-\text{STN05}+\text{CS05},$
 $\text{E105}=\text{CPRIS05}+\text{EPS05}+\text{TAXT05}+\text{CS05},$
 $\text{TAXT105}=\text{TAXINP05}+\text{SSI05}+\text{IPTS05},$
 $\text{E205f}=\text{CPRIS05}+\text{EPS05}+\text{TAXT105}+\text{CS05},$
 $\text{SPF}=\text{SP05}*\text{defin05},$
 $\text{tnSPF}=(\text{SPF}/\text{SPF}(-1)*100)-100,$
 $\text{trSPF}=(\text{SP05}/\text{SP05}(-1)*100)-100,$
 $\text{s1SPF}=\text{SPF}/\text{E1}*100 ,$
 $\text{s2SPF}=\text{SPF}/\text{E2}*100.$

Для застосування моделі «Expenditure_tax» крім вищезазначених економетричних рівнянь використано частину рівнянь із моделі «Income_tax», що дозволяє узгодити сценарії, складові витрат з доходами домашніх господарств відповідно до методології їх формування у системі національних рахунків. Перші три рівняння задають сценарії: реальні темпи ВВП (tGDP), індекси споживчих цін (CPI), зміни мінімальної заробітної плати (MZPP) і дефлятора (DEFIN05) для переведення фактичних складових витрат і доходів домашніх господарств у порівнянні ціни. Решта рівнянь, що наведено за

економетричними рівняннями, є допоміжними: забезпечують переведення розрахованих показників у порівнянних цінах (SP05) у фактичні ціни (SPF), відображають структуру складових витрат (s1SPF), (s2SPF) через визначені витрати E1 і E2 у фактичних цінах за різними варіантами оцінки їх величини, реальні (trSP) і номінальні (tnSPF) темпи складових витрат у прогнозованому періоді.

Представлена фрагментарно модель для оцінки і прогнозу основних соціальних макропоказників застосовується на передпроектній стадії для розробки бюджету на наступний рік. Вона є основою для балансування потоків доходів та їх використання для сектору домашніх господарств і застосовується на стадії бюджетної резолюції, узгодження показників за очікуваними сценаріями розвитку економіки України, в процесі внесення змін при виконанні бюджету. Її використано для оцінки і формування очікуваних доходів і основних складових витрат, наявного доходу за витратами домашніх господарств, надходжень від оподаткування доходів фізичних осіб і видатків на соціальні трансферти у натуральній формі, на соціальний захист і соціальне забезпечення [12-13].

Інструментарій «Expenditure_tax» і «Income_tax» застосовується в автономному режимі, є частиною програмно-аналітичного інструментарію для прогнозування основних макроекономічних показників «Макропрогноз економіки України» для супроводження бюджетного процесу і поточних прогнозів соціальних показників, що розроблено в ДУ «Інститут економіки та прогнозування НАН України»

Список використаної літератури

1. Соколик М.П. Економетрична модель для прогнозу соціальних макропоказників у бюджетному процесі України // Інформаційні технології та моделювання в економіці: на шляху до міждисциплінарності: монографія / за ред. д. ф.-м.н., проф. Соловйова В.М. та ін. – Черкаси: Брама – Україна, 2013.- С. 294 – 306.
2. Фінанси домогосподарств: сучасна парадигма та доміанти розвитку / Т.О. Кізима ; [вст. слово С.І. Юрія]. – К.: Знання, 2010. – 431 с.

3. Мочерний С.В., Мочерна Я.С. Політична економія: Навч. посіб. – 2-ге вид., випр. і доп. – К.: Знання, 2007. – (Вища освіта XXI століття).
4. Пекут М. Міжкраїнні порівняння споживання домашніх господарств на початку XXI століття // Економіка та прогнозування . – 2013. - № 4. – С. 130- 143.
5. Червиков Є.Л. Сучасна практика моделювання функції приватного споживання // Економіка та прогнозування. – 2009. - № 2. – С. 110-118.
6. Семюелсон Пол А., Нордгауз Вільям Д. Макроекономіка / Пер. з англ. – К.: «Основи», 1995. – 544 с.: іл.
7. Кричевська Т. Монетарне стимулювання економіки: сучасні теоретичні дискусії та практичні підходи // Економічна теорія. – 2013. - № 3. – С. 63-89.
8. Фіскально-бюджетна та грошово-кредитна політика в Україні: проблеми та шляхи посилення взаємозв'язку : монографія / [А.І. Даниленка, А.А. Гриценко, В.В. Зимовець та ін.] ; за ред. чл.-кор. НАН України А.І. Даниленка ; НАН України ; Ін-т екон. та прогнозув. – К., 2010. – 456 с. : табл., рис.
9. Савицький С.В. Трансформація інвестиційних пріоритетів банків України за стагнації кредитного ринку: позитиви і проблеми // Економіка та прогнозування. – 2013. - № 3. – С. 77-83.
10. Брус С.І., Бублик С.О., Рожкова К.І., Шелудько Н.М. Трансформація банківського сектора України в умовах економічної рецесії: фактори, ефекти, перспективи // Економіка та прогнозування. – 2013. - № 4. – С. 33-48.
11. Крючкова І. Диспропорції валового наявного доходу України та їхній вплив на динаміку ВВП // Економіка та прогнозування. – 2013. - № 3. – С. 21-37.
12. Скрипниченко М. Тема 22. Модель сукупного попиту і сукупної пропозиції // Економічна теорія. – 2013. - № 3. – С. 100-116.
13. Яременко О., Саленков А. Соціальні гарантії та інституційна рівновага в економіці // Економічна теорія. – 2013. - № 3. – С. 54-62.

2.4. ВИЗНАЧЕННЯ ЗВ'ЯЗКУ МІЖ РИНКОВОЮ ВАРТІСТЮ ПІДПРИЄМСТВ ТА ЇХ ДІЛОВОЮ РЕПУТАЦІЄЮ

На сучасному етапі розвитку економіки України першочерговим завданням держави та відповідних бізнес еліт є забезпечення умов щодо розбудови такого реального сектору вітчизняної економіки, який би включав високотехнологічні підприємства, що спроможні забезпечити потреби громадян, промисловості, сільського господарства та відповідати соціальним стандартам управління. Тобто, необхідним завданням є побудова стратегії розвитку національного господарства від макро- до мікро- рівнів, яка передбачала б застосування передових технологій та сучасного обладнання, впровадження інноваційно-інвестиційних проєктів, а також розробки або коректування іміджу підприємств та їх ділової репутатії. На наш погляд, одним із найбільш важливих індикативних показників розвитку промисловості є ринкова вартість підприємств, ріст значення цього показника відображає підвищення ефективності господарської діяльності підприємств. Саме тому ринкова вартість підприємства повинна розглядатися як цільова функція управління, що наближається до максимуму, критерієм оцінки якої є збільшення вартості підприємства та його цінних паперів на основі комплексного врахування всіх аспектів системи управління ефективністю бізнесу.

Значення показника ринкової вартості підприємств формується під впливом багатьох факторів, які мають різну соціально-економічну природу та залежить від способу розрахунку. У країнах з розвинутою ринковою економікою оцінка вартості підприємств здійснюється згідно біржового курсу корпоративних прав, тобто котирування (лістингу) його цінних паперів на біржі. Відповідно, оцінка вартості підприємства на фондовому ринку безпосередньо пов'язана з ціною та дохідністю корпоративних цінних паперів (акцій). В Україні відсутній розвинений ринок цінних паперів. В наслідок цього, здійснення об'єктивної оцінки вартості підприємства методами, що відповідають природі ринкової економіки не можливо в зв'язку з відсутністю умов застосування їх на

практиці. Тому в Україні найбільшого поширення дістали три методичні підходи до оцінки вартості підприємства: дохідний, заснований на оцінці потенційних доходів підприємства; майновий, заснований на оцінці вартості майна; ринковий, заснований на аналізі ринкової вартості аналогічних підприємств. Кожен із них має свою сферу застосування, однак найбільш розповсюдженим є ринковий метод оцінки вартості підприємства. Ринковий метод передбачає проведення розрахунку вартості підприємства на основі порівняльного аналізу кількісних та якісних подібностей та відмінностей між аналогічними підприємствами та об'єктом оцінки. У рамках ринкового підходу найбільш розповсюдженими є методи: зіставлення мультиплікаторів; порівняння продажів (транзакцій). Основними джерелами інформації при застосуванні цього підходу є фондові біржі та позабіржові торговельні системи, на яких мають обіг права власності на подібний бізнес, дані фінансової звітності підприємств-аналогів, а також інформація про попередні транзакції з корпоративними правами на той бізнес, який оцінюється. При цьому оцінка вартості підприємства, в основному зводиться до якісної оцінки сукупності активів і пасивів та комплексу майнових прав, які здатні приносити прибуток і економічну вигоду його власникам. Що стосується цієї оцінки, то зараз існують досить досконалі способи і засоби обробки економічної інформації, які дозволяють отримати досить точний результат. Так, на ринкову вартість акцій впливають такі оціночні економічні показники: частка обігових коштів у покритті запасів; коефіцієнт поточної ліквідності; коефіцієнт маневреності власного капіталу; коефіцієнт співвідношення власного й залученого капіталу; оборотність власного капіталу; оборотність запасів і засобів у розрахунках; рентабельність продажу; рентабельність акціонерного капіталу; коефіцієнт дивідендних виплат; величина прибутку на акцію; величина дивідендів на акцію. Розглянуті методи оцінки ринкової вартості підприємства не повністю відображають її сутність, так як визначаються, в основному фінансовою складовою, тобто фінансовими активами підприємства та його здатністю вести прибуткову діяльність. Але цього недостатньо для формування ринкової вартості корпоративних цінних паперів, так як вона обумовлена не тільки

об'єктивними, а і рядом інших факторів, які мають не менш визначальну роль. До цих факторів можна віднести наступні: взаємовідносини з акціонерами та кредиторами, прозорість звітності та сприйняття підприємства у реальному секторі економіки. У більш розгорнутому вигляді це: рівень управління підприємством; регулювання курсу акцій за допомогою політики мобілізації капіталу, капіталізації його доходів, залучення довготермінових позик і підвищення ефективності функціонування на ринку товарів і послуг; кадровий склад працівників, нематеріальні активи підприємства.

До нематеріальних активів, які можуть бути оцінені можна віднести: гудвіл, клієнтура, персонал, торгова марка, патенти, власні технології і т. інше. Зазначимо, що гудвіл невід'ємно пов'язаний з підприємством або фізичною особою і не може бути проданий окремо від них, хоча оцінити його можливо. А саме, гудвіл – це сукупність активів підприємства, які визначають його імідж та впливають на отримання зверхнього рівня прибутку у порівнянні з типовими по галузі. Питанням сутності гудвілу, його оцінки та відображення в обліку присвячені праці зарубіжних та вітчизняних вчених, а саме Г. Десмонда, Р. Келлі, Е. Хендріксена, Д. Колдуелла, С. Горіна, В. Ковальова, О. Кендюхова, Г. Уманців, А. Мендрула, В. Соколенко, А. Чухна, Н. Колайко та інших. У офіційних документах гудвіл витлумачено по-різному: «гудвіл - нематеріальний актив, вартість якого визначається як різниця між балансовою вартістю активів підприємства та його звичайною вартістю як цілісного майнового комплексу, що виникає внаслідок використання кращих управлінських якостей, домінуючої позиції на ринку товарів (робіт, послуг), нових технологій тощо»[1]; «гудвіл (ділова репутація) - комплекс заходів, спрямованих на збільшення прибутку підприємств без відповідного збільшення активних операцій, включаючи використання кращих управлінських здібностей, домінуючу позицію на ринку продукції (робіт, послуг), нові технології» [2]; «гудвіл - перевищення вартості придбання над часткою покупця у справедливій вартості придбаних ідентифікованих активів та зобов'язань на дату придбання» [3].

Гудвіл включає в себе репутацію підприємства, якість продукції і послуг, ділові зв'язки, клієнтську базу, вдале

позиціонування на ринку, соціальну відповідальність, ноу-хау, бази даних тощо. Значною мірою гудвіл пов'язаний з високопрофесійною роботою персоналу, що знаходить відображення у ефективній системі управління, етиці ведення бізнесу, корпоративній культурі, налагоджених зв'язках з контрагентами тощо і є потужним інструментом зростання ринкової вартості підприємства. Як розрахункова величина гудвіл є різницею між ринковою вартістю підприємства та балансовою вартістю його чистих активів.

У вітчизняній практиці знайшли застосування є три способи визначення вартості гудвілу, тобто ціни, яку потрібно додати до балансової вартості чистих активів для визначення ринкової вартості підприємства.

Перший спосіб. Визначається ринкова вартість чистих активів (нетто-активів - за західною термінологією).

Такий спосіб визначення вартості гудвілу є досить неточним і водночас складним. Неточність цього способу визначається проведенням порівняння між достатньо різними економічними категоріями такими, як ціна ділової репутації фірми і ринкова надбавка до балансової вартості чистих активів, якими вона володіє. Складність способу пов'язана - з самим визначенням чистих активів, що потребує інвентаризації та розрахунку балансової вартості кожного об'єкту, що входить до складу цих активів.

Другий спосіб. Проводиться порівняння обраного підприємства з іншими, які працюють у цій галузі, на предмет розміру прибутку по рокам. Порівняння доцільно проводити між підприємствами, які мають близький асортимент продукції, обсяги виробництва, належать до одного технологічного укладу і таке інше. Показники середньорічного прибутку підприємства беруться із публічних фінансових звітів. Саме сума перевищення прибутку підприємства, яке оцінюється, над середньогалузевим і буде становити вартість гудвілу.

Третій спосіб. Вартість гудвілу визначається діленням суми перевищення прибутку підприємства над прибутком, визначеним як середній у галузі, на середню норму прибутку (норма прибутку - це виражена в процентах частка прибутку в ціні товару).

Метою цього дослідження є визначення місця ділової репутації (як нематеріального активу, гудвілу) в створенні ринкової вартості підприємств і тим самим необхідності її врахування при розробці стратегії розвитку підприємства. В Україні поняття ділової репутації підприємства не набуло ще досить поширеного використання, але це значною мірою пов'язано з недостатнім ступенем розвиненості соціально орієнтованого управління діяльністю підприємства. У той же час слід зазначити, що позитивна ділова репутація підприємства дозволяє котирувати його цінні папери по високій вартості, тим самим як найкраще оцінювати його ринкову вартість, що підвищує капіталізацію підприємства, дозволяє збільшити доходність, робить його привабливим для інвесторів, посилює конкурентні позиції при виході на нові ринки.

Вище були описані методи розрахунку гудвілу за допомогою яких можливо оцінювати ділову репутацію підприємства. В той же час в наявних розробках майже не враховується аспект комплексності оцінювання ділової репутації з урахуванням її соціальної та економічної складових.

Сімченко Н.О. було проведено дослідження та запропоновано новий методичний підхід до оцінювання ділової репутації промислових підприємств та зроблені відповідні розрахунки [4].

За результатами аналізу складових забезпечення ділової репутації промислових підприємств виявлено необхідність у застосуванні такого типу економіко-математичного моделювання, який би дозволив певним чином нівелювати значний ступінь невизначеності. Більшість задач, пов'язаних із невизначеністю, вирішуються за допомогою методів теорії ймовірностей. Втім внаслідок нетотожності понять імовірнісної та нечіткої події застосування імовірнісних методів в умовах обмеженої кількості невизначених даних є невиправданим. Найбільш ґрунтовним у цьому плані є застосування методу нечітких множин [5,6].

Для оцінювання рівня ділової репутації групи машинобудівних підприємств евристично було сформувано сукупність кількісних (x_1, \dots, x_{18}) та якісних (y_1, \dots, y_{15}) показників.

За результатами аналізу показників ефективності діяльності машинобудівних підприємств отримано певну сукупність вхідних даних. Застосування методу кореляційного аналізу до вилучення

автокореляційних зв'язків між кількісними та якісними показниками для груп змінних x_i і y_j , елементів кореляційної матриці $K = \|k_{x_p, x_q}\|$, $k \geq 0,7-0,8$ – дало можливість виявити дані, які суттєво впливають на стан ділової репутації та які можуть бути об'єктами подальшого моделювання (1):

$$k_{x_p, x_q} = \text{cov}(x_p, x_q) / (D[x_p^2] \cdot D[x_q^2]), \quad (1)$$

де $\text{cov}(x_p, x_q)$ – коваріація між вибірками центрованих змінних x_p, x_q ; $D[x_p^2], D[x_q^2]$ – відповідні середньоквадратичні відхилення змінних.

Дані, які мають кореляцію менше за рівень k , об'єднуються у групи (кластери) для визначення за нечіткими множинами індикатора, на який ці дані впливають. При цьому дані, які мають кореляцію більше за рівень k , підлягають аналізу з метою з'ясування наявності лінійного статистичного зв'язку. Для таких даних визначаються апроксимуючі лінійні залежності вигляду: $x_p = a \cdot x_q + b$, або $y_p = c \cdot y_q + d$, які є вихідними у процесі оцінювання стану соціально орієнтованого управління діяльністю підприємств.

У результаті розбивання кількісних даних та первинної обробки з кореляції отримано такі залежності, що відповідають складу трапецевидного числа $i := (1 \ 2 \ 3)^T$:

$x1 := (23.866 \ 17.291 \ 8.279)^T$	$x10 := (8.0 \ 8.0 \ 12.0)^T$
$x2 := (0.252 \ 0.178 \ -0.011)^T$	$x11 := (187.0 \ 204.0 \ 186.0)^T$
$x3 := (4.475 \ 4.645 \ 4.602)^T$	$x12 := (166 \ 165 \ 143)^T$
$x4 := (43.0 \ 42.0 \ 47.0)^T$	$x13 := (143.77 \ 104.79 \ 57.89)^T$
$x5 := (11.0 \ 9.0 \ 7.0)^T$	$x14 := (4.608 \ 4.311 \ 3.152)^T$
$x6 := (3.42 \ 2.27 \ 0.14)^T$	$x15 := (2400.00 \ 2245.31 \ 1641.67)^T$
$x7 := (5.84 \ 3.98 \ -0.24)^T$	$x16 := (149.16 \ 108.07 \ 51.74)^T$
$x8 := (1 \ 1 \ 0)^T$	$x17 := (0.49 \ 0.36 \ 0.31)^T$
$x9 := (75.0 \ 72.0 \ 89.0)^T$	$x18 := (5.07 \ 4.96 \ 3.85)^T$

У результаті розрахунків отримано відповідні функціональні залежності (рис. 1) величини чистого прибутку (x_2) від таких показників, як чистий дохід (x_1), доля позиченого капіталу в активах (x_4), доля основних засобів в активах (x_5), співвідношення позиченого та власного капіталу (x_9),

рентабельність активів (x_6), прибуток на власний капітал (x_7), прибутковість (x_8), рентабельність реалізації (x_{10}). У табл. 1 подано значення відповідних коефіцієнтів кореляції.

- статистична залежність показника
 - - - - - функціональна залежність показника

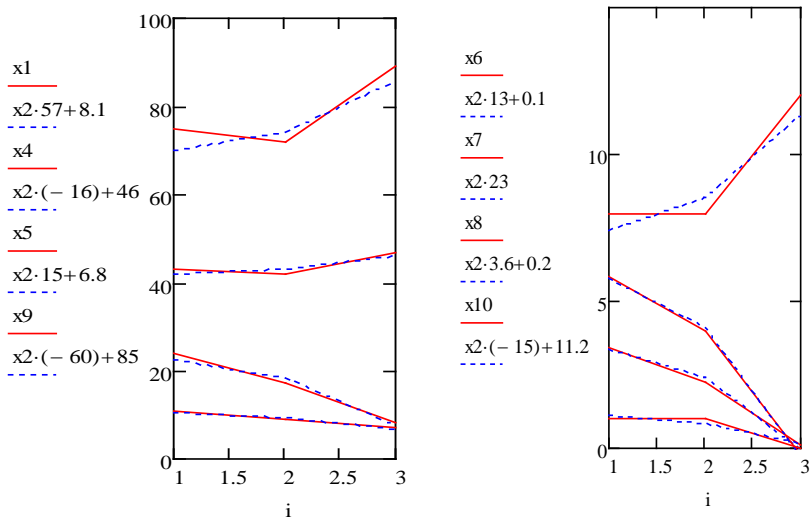


Рис. 1. Оцінка впливу окремих кількісних показників на величину чистого прибутку (x_2) ВАТ «Артем-контакт»

Таблиця 1

Розрахунок коефіцієнтів кореляції взаємовпливу окремих показників ефективності на чистий прибуток ВАТ «Артем-контакт»

Вектори вхідних даних	Нормування вхідних даних	Значення коефіцієнтів кореляції
$x1 := (x1_0 \ x1_1 \ x1_2)^T$	$x1 := \frac{x1}{\max(x1)}$	$\text{corr}(x2, x1) = 0.988$ $\text{corr}(x2, x4) = -0.893$
$x2 := (x2_0 \ x2_1 \ x2_2)^T$	$x2 := \frac{x2}{\max(x2)}$	$\text{corr}(x2, x5) = 0.97$ $\text{corr}(x2, x6) = 0.997$
$x3 := (x3_0 \ x3_1 \ x3_2)^T$	$x3 := \frac{x3}{\max(x3)}$	$\text{corr}(x2, x7) = 1$ $\text{corr}(x2, x8) = 0.962$
$x4 := (x4_0 \ x4_1 \ x4_2)^T$	$x4 := \frac{x4}{\max(x4)}$	$\text{corr}(x2, x9) = -0.904$ $\text{corr}(x2, x10) = -0.962$
$x5 := (x5_0 \ x5_1 \ x5_2)^T$	$x5 := \frac{x5}{\max(x5)}$	$\text{corr}(x4, x5) = -0.756$ $\text{corr}(x4, x6) = -0.856$
$x6 := (x6_0 \ x6_1 \ x6_2)^T$	$x6 := \frac{x6}{\max(x6)}$	$\text{corr}(x4, x7) = -0.881$ $\text{corr}(x4, x8) = -0.982$
$x7 := (x7_0 \ x7_1 \ x7_2)^T$	$x7 := \frac{x7}{\max(x7)}$	$\text{corr}(x4, x9) = 1$ $\text{corr}(x4, x10) = 0.982$
$x8 := (x8_0 \ x8_1 \ x8_2)^T$	$x8 := \frac{x8}{\max(x8)}$	$\text{corr}(x6, x7) = 0.999$ $\text{corr}(x6, x8) = 0.938$
$x9 := (x9_0 \ x9_1 \ x9_2)^T$	$x9 := \frac{x9}{\max(x9)}$	$\text{corr}(x7, x8) = 0.954$
$x10 := (x10_0 \ x10_1 \ x10_2)^T$	$x10 := \frac{x10}{\max(x10)}$	$\text{corr}(x10, x5) = -0.866$ $\text{corr}(x10, x6) = -0.938$
$x11 := (x11_0 \ x11_1 \ x11_2)^T$	$x11 := \frac{x11}{\max(x11)}$	$\text{corr}(x10, x7) = -0.954$ $\text{corr}(x10, x8) = -1$

У результаті розрахунків визначено, що такі кількісні показники, як чистий прибуток (x_2), чисті активи (x_3),

ліквідність (x_{11}) – задаються статистикою в інтервалі допустимих значень. Тому x_2 може моделюватися, $x_2 = f(x_3, x_{11})$. Щодо змінних $x_1, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}$, то вони є функціонально пов’язаними між собою (значення відповідних коефіцієнтів кореляції перевищує 0,7):

$$x_1 = 57x_2 + 8,1;$$

$$x_4 = -16x_2 + 46;$$

$$x_5 = 15x_2 + 6,8;$$

$$x_6 = 13x_2 + 0,1;$$

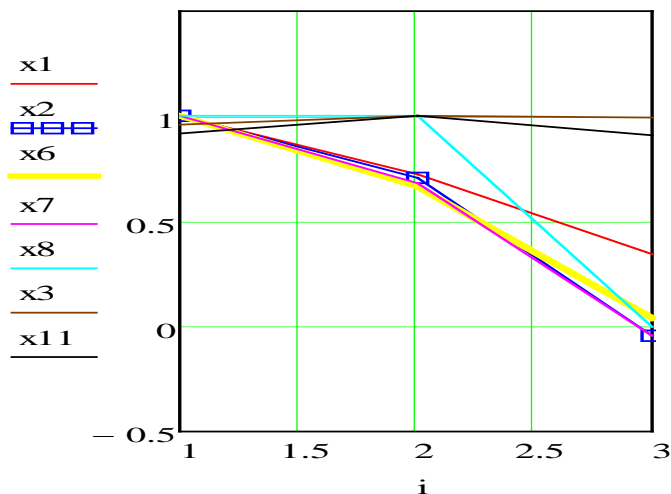
$$x_7 = 23x_2;$$

$$x_8 = 3,6x_2 + 0,2;$$

$$x_9 = -60x_2 + 85$$

$$x_{10} = -15x_2 + 11,2$$

На рис. 2 представлено взаємозв’язок коефіцієнтів впливу та показника чистого прибутку, що дозволяє стверджувати про достовірність визначення взаємовпливу отриманих функціональних характеристик.



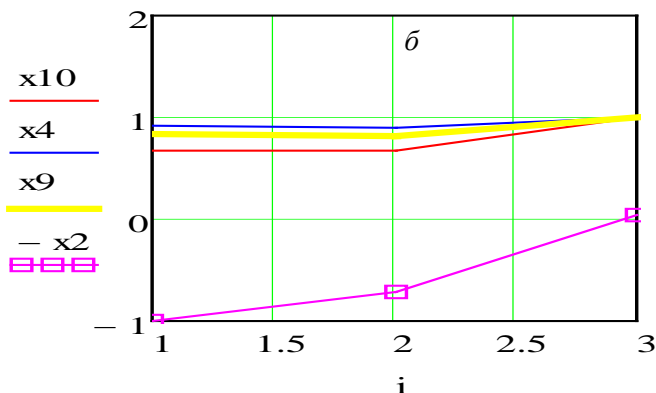


Рис. 2. Взаємозв'язок коефіцієнтів впливу та показника чистого прибутку: a – чистого доходу, чистих активів, рентабельності активів, прибутку на інвестований капітал, прибутковості, ліквідності; \bar{b} – позиченого та власного капіталу, долі позиченого капіталу в активах та рентабельності реалізації

Отже, перша складова моделі має вид $x_2 = f(x_3, x_{11})$, що підтверджується відповідними коефіцієнтами кореляції:

$$r_{x2} := \begin{pmatrix} \text{corr}(x_2, x_2) & \text{corr}(x_2, x_3) & \text{corr}(x_2, x_{11}) \\ \text{corr}(x_3, x_2) & \text{corr}(x_3, x_3) & \text{corr}(x_3, x_{11}) \\ \text{corr}(x_{11}, x_2) & \text{corr}(x_{11}, x_3) & \text{corr}(x_{11}, x_{11}) \end{pmatrix}$$

$$r_{x2} = \begin{pmatrix} 1 & -0.512 & -0.533 \\ -0.512 & 1 & -0.454 \\ -0.533 & -0.454 & 1 \end{pmatrix}$$

У результаті реалізації алгоритму кореляційного аналізу оцінки взаємовпливу кількісних та якісних показників виявлено чотири групи множин змінних, які мають мінімальні статистичні зв'язки та є прийнятними для прогнозування зміни рівня ділової репутації, а саме: чистий прибуток (x_2),

продуктивність праці (x_{13}), соціальна політика підприємства (y_1), якість системи корпоративного управління (y_2). Виходячи зі складання кореляційних матриць та лінійної апроксимації залежностей змінних, отримано два рівні вкладень імітаційної моделі: I рівень: $x_2 = f(x_4, x_5)$; $x_{13} = f(x_{14}, x_{17})$; $y_1 = f(y_{13})$; $y_2 = f(y_3, y_6)$; II рівень: $z_1 = f(x_2, x_3, x_{13}, y_1, y_2, y_3, y_4, y_6, y_7, y_8, y_{11}, y_{12}, y_{13}, y_{14}, y_{15})$, де z_1 – ділова репутація підприємства.

Виходячи з результатів кореляційного аналізу та виокремлених двох рівнів вкладень моделі, введено 5-інтервальну класифікацію нечіткої шкали множин, а саме: «VL» – дуже низький рівень показника (30 %), «L» – низький (50 %), «M» – задовільний (70 %), «H» – високий (80 %), «VH» – дуже високий (90 %). Обґрунтовано використання нечіткого трапецеподібного числа (Т-числа) зі змінними пороговими даними $0,3 \pm a$; $0,7 \pm b$; які визначаються за результатами аналізу тенденцій статистики вхідних даних. Згідно вищевказаного алгоритму будується факторна модель на основі індикаторів, які представлені 20-розрядним нечітким числом.

Розрахувати функцію належності $\mu \in \{0; 1\}$ можна, виходячи з гістограми потрапляння значень вхідних даних у спостережуваний інтервал нечіткої шкали, а вагові коефіцієнти визначаються відповідно до моделі множинної регресії. Побудована система на базі нечітких знань має містити такий механізм нечітко-логічного висновку, який дозволив б визначити рівень ділової репутації підприємства на основі всього масиву кількісної та якісної інформації.

Функція належності матиме вигляд (2):

$$\mu_i^j(X, Y, Z), \quad (2)$$

де X, Y - масиви вхідних змінних; Z – масив вихідної змінної, нижній індекс; i - стан вихідного показника; j – терм 5-інтервальної шкали.

Виходячи з функції приналежності, у математичній формі будуємо остаточні правила лінгвістичних висловлювань у нечітких логічних рівняннях:

$$\mu_i^j(X, Y, Z) = \mu_i^k(X, Y) * \mu_i^p(X, Y) \vee \mu_i^q(Z) * \mu_i^r(X, Y, Z) \vee \mu_i^s(X, Y, Z), \quad (3)$$

де k, p, q, r, s – терми нечітких шкал рівнів моделі;

\vee - операції діз'юнкції;

* – операції кон'юнкції функцій належності μ .

За таких умов показник z_1 (рівень ділової репутації підприємства) відповідатиме нечітким логічним рівнянням для всіх 5-ти шкал:

$$\mu_i^{VH}(z_1) = \mu_i^H(x_1, x_3, y_3) * \mu_i^{VH}(x_{13}, y_7, y_8) \vee \mu_i^{VH}(y_1) * \mu_i^H(y_{11}) \vee \mu_i^H(y_{12}), \quad (4)$$

$$\mu_i^H(z_1) = \mu_i^H(x_1, x_3, y_3) * \mu_i^H(x_{13}, y_7, y_8) \vee \mu_i^M(y_1) * \mu_i^H(y_{11}) \vee \mu_i^M(y_{12}) \quad (5)$$

$$\mu_i^M(z_1) = \mu_i^H(x_1, x_3, y_3) * \mu_i^M(x_{13}, y_7, y_8) \vee \mu_i^M(y_1) * \mu_i^M(y_{11}) \vee \mu_i^M(y_{12}) \quad (6)$$

$$\mu_i^L(z_1) = \mu_i^M(x_1, x_3, y_3) * \mu_i^L(x_{13}, y_7, y_8) \vee \mu_i^L(y_1) * \mu_i^L(y_{11}) \vee \mu_i^L(y_{12}) \quad (7)$$

$$\mu_i^{VL}(z_1) = \mu_i^L(x_1, x_3, y_3) * \mu_i^{VL}(x_{13}, y_7, y_8) \vee \mu_i^L(y_1) * \mu_i^{VL}(y_{11}) \vee \mu_i^L(y_{12}) \quad (8)$$

Формули-правила (4–8) можуть уточнюватися у ході моделювання.

Застосування комплексного економіко-математичного апарату до оцінювання рівня ділової репутації групи машинобудівних підприємств дозволило отримати відповідні значення ділової репутації та окремих показників за визначені роки. Виділяємо три рівні ділової репутації підприємств: задовільний: $z_1 \in [0,4 - 0,7]$; високий: $z_1 \in (0,7 - 1]$; критичний: $-0,3 < z_1 < 0,4$.

Серед досліджених підприємств найвищий рівень ділової репутації спостерігається у діяльності ВАТ «Харківський машинобудівний завод „Світло шахтаря“» ($z_1 = 0,97$), що значною мірою обумовлено високим рівнем компетентності управлінського персоналу ($y_3 = 0,6$), розвиненістю корпоративної культури ($y_6 = 0,9$), реалізацією добросовісної ділової практики відносно споживачів ($y_7 = 0,9$), наданням благодійної допомоги та спонсорської діяльності ($y_{14} = 0,8$) тощо.

У процесі аналізу передумов забезпечення позитивної ділової репутації промислових підприємств визначено та обґрунтовано сукупність кількісних та якісних показників, які певною мірою характеризують рівень ділової репутації. Використання методу нечітких множин у процесі аналізу параметрів, що мають непрямі статистичні зв'язки, які опосередковуються через індикатори впливу, надає змогу підвищувати точність та якість довгострокового прогнозування зміни таких параметрів залежно від випадкових невизначених чинників. Це сприяє підвищенню раціоналізації процесу прийняття управлінських рішень в умовах зростання невизначеності та непередбачуваності зовнішнього середовища.

Реалізація запропонованого економіко-математичного інструментарію оцінювання ділової репутації підприємств дає

змогу визначити напрями розвитку соціально орієнтованого управління діяльністю машинобудівних підприємств, що є необхідною передумовою підвищення їх соціально-економічної цінності та конкурентоспроможності у середньо- та довгостроковій перспективі.

За результатами оцінювання компонент соціально орієнтованого управління діяльністю підприємств виявлено складність та неоднозначність існування певного набору функціональних залежностей між окремими групами кількісних та якісних показників. Доведено доцільність використання методології нечітких множин у процесі аналізу параметрів, що мають непрямі статистичні зв'язки, які опосередковуються через індикатори впливу. Розроблено алгоритм моделювання соціально орієнтованого управління діяльністю підприємств. У даному алгоритмі розглядається математично-статистична формалізація задачі оцінки латентних ознак (індикаторів) інтегрального показника, які утворюють фактори моделі. Згідно наведеного алгоритму будується факторна модель на основі індикаторів, які представлені 20-розрядним нечітким числом (5 шкал по 4 значення у кожній шкалі).

З урахуванням результатів кореляційного аналізу взаємовпливу кількісних та якісних показників соціально орієнтованого управління, побудову нечіткої моделі здійснено для двох рівнів вкладень. В результаті розрахунку інтегральних показників соціально орієнтованого управління, що базуються на аналізі логічних співвідношень обраних індикаторів, визначено коефіцієнти впливу на ділову репутацію машинобудівних підприємств. Визначено, що найвищий ступінь впливу на ділову репутацію підприємства має ділова практика по відношенню до постачальників та інших ділових партнерів, рівень компетентності управлінського персоналу, благодійна допомога та спонсорська діяльність, рівень забезпечення населення регіону робочими місцями. Серед кількісних показників виділено чистий дохід, частка добровільних соціальних витрат на соціальні програми по відношенню до чистого доходу та ін.

Зважаючи на велике значення такого нематеріального активу як ділова репутація підприємств в збільшенні ринкової вартості підприємства, необхідним є приділення уваги питанням соціальної

відповідальності, іміджу компанії, діловим зв'язкам, вдалому позиціонуванню на ринку, етиці ведення бізнесу, корпоративній культурі, що відрізняють підприємство від конкурентів при інших рівних умовах.

Список використаної літератури

1. Податковий кодекс України // Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2011, № 13-14, № 15-16, № 17, ст.112.
2. Закон України «Про оцінку майна, майнових прав та професійну оціночну діяльність в Україні» від 12.07.2001 № 2658-III // Урядовий кур'єр від 12.09.2001 № 164.
3. Про затвердження Положення (стандарту) бухгалтерського обліку 19 «Об'єднання підприємств» // Мінфін України; Наказ, Положення від 07.07.1999 № 163.
4. Сімченко Н.О. Соціальний капітал: феноменологічна природа, форми прояву, конкурентоспроможність: монографія / Н.О. Сімченко, С.Ю. Солодовников, О.А. Гавриш та ін. – К.: НТУУ «КПІ», 2014. – 412 с.
5. Борисов А.Н. Принятие нечетких решений на основе нечетких моделей: примеры использования / А.Н. Борисов, О.А. Крумберг, И.П. Федоров. – Рига: Зинатне, 1990. – 184 с.
6. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений / Пер. с англ. – М.: Мир, 1976. – 165 с.
7. Сімченко Н.О. Дослідження впливу корпоративної соціальної відповідальності на ділову репутацію підприємств / Н.О. Сімченко // Зб. наук. праць «Формування ринкових відносин в Україні». – №11 (126).

2.5. ОБҐРУНТУВАННЯ ВПЛИВУ ПОДАТКОВОЇ ПОЛІТИКИ НА ФІНАНСОВУ АКТИВНІСТЬ ДОМОГОСПОДАРСТВ

Анотація. В статті обґрунтовано вплив податкової політики держави на фінансову активність домогосподарств інструментами когнітивного моделювання. Побудовано когнітивну модель визначення впливу ставки податку на доход домогосподарств та активність фондового ринку. Зроблено висновок, що на зміну податкового плеча має виключно вплив держава, а не суб'єкти господарювання, тому система є нестійкою.

Досвід розвинутих країн та логіка економічного розвитку ринкового господарства свідчать, що потужний фінансовий потенціал домогосподарств, який характеризує здатність до майбутніх інвестицій, повинен сприяти стабілізації фінансової системи держави, а зокрема і фондового ринку.

В кожній країні існує певний соціально-економічний механізм, що дозволяє ефективно управляти фінансовими ресурсами домогосподарства, а отже й забезпечувати інвестиції в розвиток вітчизняного фінансового ринку.

Для здійснення подальшого дослідження необхідно проаналізувати особливості формування фінансових ресурсів домогосподарств у ринково розвинутих країнах з метою виділення тих інструментів, які доцільно та можливо використовувати у вітчизняній практиці для сприяння розвитку фондового ринку країни.

Якщо проаналізувати звіт Федеральної Резервної Служби США Z.1 «Flow of Funds Accounts» [1] щодо структури активів американських домогосподарств, то спостерігатиметься наступна картина (табл. 1).

Левову частку в балансі становлять фінансові активи (68%), з яких основним інструментом є різні види цінних паперів: корпоративні акції (12%); 7% – активи у взаємних фондах, основним інструментом інвестицій яких є різні за ступенем ризику акції; традиційні інструменти фінансового ринку – депозити (11%), й що є знаковим, тим, що відрізняє структуру активів вітчизняних домогосподарств від американських –

майже двадцятивідсоткова частка активів в недержавних пенсійних фондах.

Таблиця 1

Структура активів домогосподарств та некомерційних організацій США за четвертий квартал 2012 року, трлн. дол.

Статті балансу	Обсяг за 4 квартал 2012 р.	Частка, %
АКТИВИ	79,5	100
<i>Нефінансові активи</i>	25,1	32
<i>Фінансові активи</i>	54,4	68
у тому числі:		
- депозити	3,0	11
- інструменти кредитного ринку	5,2	7
- корпоративні акції	9,8	12
- взаємні фонди (ПФФ)	5,3	7
- резерви пенсійних фондів	14,0	18
- активи в некорпоративному бізнесі	8,1	10
- інші фінансові активи	3,0	4

Тобто, незважаючи на регулярні кризові потрясіння, американські домогосподарства залишаються найбільшим фінансовим інвестором: вартість безпосередньо придбаних населенням акцій перевищує вартість акцій будь-якого іншого утримувача. Якщо врахувати, що інвестиції пенсійних та взаємних фондів, страхових компаній – це також гроші фізичних осіб, то можна зауважити, що вони на сьогодні є основним інвестором в американський фінансовий ринок.

Згідно до проведених опитувань Національною службою статистики у Німеччині та опублікованих за ними результатів, фінансові активи домогосподарств протягом посткризових років мали в своїй структурі динаміку до збільшення у порівнянні з нерухомістю [2].

Звісно, що рівень фінансового потенціалу залежатиме від рівня доходу, який в ринково розвинутих країнах є досить

високим, наприклад, в Німеччині у 2011 році середній валовий дохід домашніх господарств склав 3871 євро на місяць, з яких 62% становлять надходження від зайнятості (2400 євро); 22,8% (883 євро) – соціальні перерахування; доходи від власності склали 383 євро (9,9%); доходи від недержавних трансфертних платежів і від суборенди становили 205 євро або 5,3% [2].

Більш високий рівень наявного доходу у країні свідчить про ефективну політику держави в сфері перерозподілу доходів, що дає додаткові можливості домогосподарствам у збільшенні дохідної частини сімейного бюджету за рахунок розвитку державного забезпечення надання суспільних благ. Перш за все, це стосується формування ефективної пенсійної системи (з оглядом на проблему глобального старіння) та податкового навантаження на населення.

Тобто у сучасному суспільстві держава відіграє значну роль у формуванні та подальшому прибутковому інвестуванні сформованих фінансових ресурсів домогосподарств. Для цього уряд країни реалізує певну фіскальну політику та політику фінансового регулювання.

Наприклад, в США існує прогресивна шкала оподаткування доходів фізичних осіб, яка передбачає функціонування неоподаткованого мінімуму та п'яти податкових ставок. В країні протягом декількох десятиліть працює закон про податкові пільги, яким передбачалося поетапне їх збільшення для родин з дітьми.

Важливим кроком в реформування вітчизняної системи оподаткування фізичних осіб є врахування досвіду США стосовно прийняття закону про спільне декларування сімейного доходу, що знижує податкове навантаження на домогосподарство в цілому та дозволяє здійснювати операції із цінними паперами, які є ризиковими, але й досить прибутковими.

Аналогічна схема існує й в інших країнах: в Німеччині, Франції, Греції, Данії, Ірландії, Іспанії.

Необхідним у вітчизняній практиці є застосування в оподаткуванні тих інвесторів, що є власниками інвестиційних індивідуальних корпоративних планів (аналог в США – Employee Stock Ownership Plan, у Великобританії – Share Incentive Plan) існуючого міжнародного досвіду: введення знижених або нульових

ставок податку для фізичних осіб за умов довгострокового знаходження акцій в корпоративному плані; зменшення податків для роботодавця на суму витрат на реалізацію такого плану; відстрочка в сплаті податку на доход в разі реалізації активів на користь учасника корпоративного плану.

Що стосується формування ресурсів вітчизняних домогосподарств, то в останні роки їх доходи мають стійку тенденцію до збільшення. Згідно зі статистичними даними Державної служби статистики України, середньомісячний дохід на одного українця за 2012 рік склав 1994,3 грн., збільшившись при цьому за минулий рік на 10,6%.

В цілому доходи населення в 2012 році збільшилися порівняно з 2011 роком на 11,1% – до 1407197 млн. грн. [3]. Це пов'язано, перш за все, з підвищенням мінімальної заробітної плати, з інфляцією і збільшенням масштабу цін.

Структура доходів домогосподарств останніми роками, починаючи з 2005 році, практично не змінилася – 40-43% становить заробітна плата, 37-40% – соціальні допомоги та інші трансферти, 14-15% – прибуток і змішаний дохід, 5-6% – доходи від власності [3].

Отже основним питанням, яке необхідно вирішити на державному рівні, є зміна структури доходів домогосподарств, а саме: з одного боку – зменшення їх залежності від бюджетних соціальних трансфертів, з іншого – необхідність детінізації заробітної плати, що має сприяти збільшенню обсягів надходжень до бюджету

У період кризи (2009 р.) реальні доходи населення і реальна заробітна плата знизилися майже на 10%, а в посткризовий період, протягом 2010-2011 рр., темп зростання середньомісячної заробітної плати знаходився на постійному рівні – 17%, але в цілому рівень життя основної маси населення не покращився.

Тобто фінансовий потенціал, який мають на сьогодні вітчизняні домогосподарства, позитивна динаміка їх дохідної частини, підвищення обсягів трансграничних трансфертів та заощаджень свідчать про можливість вкладення коштів в фондовий ринок у найближчому майбутньому.

Сучасний стан розвитку фондового ринку України є достатньо низьким та нерозвиненим з точки зору наявності

різних фінансових інструментів порівняно із західними країнами. Як відомо, інвестиції в фондові інструменти є досить ризикованими, тобто на сьогодні значної уваги потребує вивчення основних видів ризиків, пошуку ефективних методів їх контролю, оцінювання і моніторингу, в тому числі й податкових, а також створенню відповідних систем управління. Домогосподарства будуть вкладати кошти в фондові інструменти тоді, коли прийняті ними ризики розумні, контрольовані і знаходяться в межах їх фінансових можливостей.

На сучасному етапі розвитку економічної думки дослідженню проблем соціально-економічних процесів і явищ з використанням методів та інструментів когнітивного аналізу, когнітивного моделювання в розрізі системної динаміки присвячено багато праць як російських [4, 5], так й українських науковців [6-11].

Питанням оподаткування домогосподарств приділено увагу у дослідженні М.І. Руді [12], яка пропонує здійснювати оподаткування сукупного доходу усіх членів домогосподарства як єдиного суб'єкта фінансових відносин шляхом введення форми спільної податкової декларації домогосподарства, Т.О. Кізіма [13] визнає, що запровадження цільових податкових пільг є більш ефективним заходом порівняно з виплатою соціальних трансфертів, тому що воно нівелює дію суб'єктивного фактора при розподілі бюджетних ресурсів, усуваючи таким чином одну з причин виникнення корупції.

Здійснивши аналіз публікацій щодо зазначеної проблематики, дійшли висновків, що дослідженню впливу ставки податку на доходи домогосподарств та активність фондового ринку не приділено уваги як у зарубіжній, так і у вітчизняній науковій думці. Тому обраний напрям дослідження є актуальним, а застосування інструментів когнітивного моделювання є доцільним з огляду на можливість здійснення прогнозу.

При розробці моделі ефективного впливу ставки податку на доходи домогосподарств та активність фондового ринку з використанням інструментів когнітивного моделювання було виокремлено дві сфери: доходи домогосподарств та активність фондового ринку. На першому етапі побудови моделі було

сформовано перелік вершин графу, які є важливими з точки зору досліджуваної проблеми.

В модель було внесено наступні вершини:

1. «Доходи домогосподарств» – характеризує доходи від найманої праці, від підприємницької діяльності, від власності, від інвестицій, соціальних трансфертів, тіньові.

2. «Ставка податку» характеризує законодавчо визначену величину податкових нарахувань на одиницю виміру бази оподаткування.

3. «Соціальні виплати» – це соціальна допомога, що надається громадянам у вигляді грошових сум (до них належать пенсії, інші види державної допомоги, визначені законодавством).

4. «Надходження до бюджету» характеризує економічні відносини держави з фізичними особами, які виникають у процесі стягнення податків та зборів до бюджетів різних рівнів.

5. «Заробітна плата» характеризує винагороду, обчислену у грошовому виразі, яку за трудовим договором (або згідно до інших законодавчо встановлених нормативних документів) власник або уповноважений ним орган виплачує працівникові за виконану ним роботу.

6. «Власники цінних паперів» характеризує ту частку домогосподарств, що є власниками ЦП та отримують доходи від них у вигляді дивідендів.

7. «Ефективність грошової пропозиції» характеризує частку грошової емісії цінних паперів в загальному обсязі пропозиції грошей.

8. «Неспоживчі витрати» – грошові та негрошові витрати домогосподарства на допомогу родичам та іншим особам, витрат на купівлю нерухомості, на капітальний ремонт, будівництво житла та господарських будівель, на купівлю великої рогатої худоби, коней та багаторічних насаджень для особистого підсобного господарства, на придбання акцій, сертифікатів, валюти, вкладів до банківських установ, аліментів, податків (крім прибуткового), зборів, внесків та інших грошових платежів, використаних заощаджень, позик та повернутих домогосподарством боргів.

9. «Поточне споживання», що характеризує витрати домогосподарств на продукти харчування, одяг, взуття, побутову хімію та інше.

10. «Поріг входження» мінімальний обсяг грошових коштів, необхідних для того, щоб домогосподарству самостійно або через посередників здійснювати операції на ринку цінних паперів.

11. «Активність фондового ринку» – динаміка обсягу продаж на фондовому ринку та чисельності його учасників.

Наступним кроком є аналіз зв'язків моделі та їх сутності між вершинами. В ситуації, коли доходи домогосподарств збільшуються, то збільшуються й неспоживчі витрати, що спрямовані на придбання акцій, сертифікатів та інших фондових інструментів (зв'язок 1-8 має знак +).

Із зростанням неспоживчих витрат збільшується активність на фондовому ринку, оскільки домогосподарства витрачають більшу частку доходів на вкладення у цінні папери та інші фондові інструменти (зв'язок 8-11 має знак +).

Як наслідок, спостерігається збільшення частки власників цінних паперів, що отримують дохід з операцій на фондовому ринку (зв'язок 11-6 має знак +), підвищується грошова пропозиція шляхом емісії цінних паперів (зв'язок 11-7 має знак +) та збільшуються надходження до бюджету у вигляді податкових платежів від операцій на цьому ринку (зв'язок 11-4 має знак +).

Через збільшення доходної частини бюджету спостерігається соціально-економічний ефект, що знаходить відображення в позитивній динаміці зміни обсягу соціальних виплат (зв'язок 4-3 має знак +) внаслідок чого спостерігається тенденція до збільшення доходів домогосподарств (зв'язок 3-1 має знак +).

Коли акціонерні товариства здійснюють емісію цінних паперів та отримують додаткові гроші, то відбувається підвищення заробітної плати як співробітників підприємств, так й учасників фондового ринку (зв'язок 7-5 має знак +), що в свою чергу позитивно впливає на рівень доходів домогосподарств (зв'язок 5-1 має знак +).

За рахунок підвищення частки власників цінних паперів, що отримують прибуток з операцій на фондовому ринку, певний

відсоток домогосподарств отримує підвищений дохід, прямо пропорційний цьому прибутку (зв'язок 6-1 має знак +).

Якщо доходи домогосподарств мають тенденцію до зменшення, то збільшується обсяг поточного споживання (зв'язок 1-9 має знак -), тобто настає брак коштів, які можна було б вкласти в цінні папери (зв'язок 10-11 має знак -).

Якщо активність на фондовому ринку збільшується, то є необхідність зменшення порогу входження у грошовому еквіваленті (зв'язок 11-10 має знак -) для того, щоб залучити до торгів ще більшу кількість учасників, що мають такий дохід, який дозволяє їм здійснювати операції з цінними паперами (зв'язок 10-1 має знак -).

Важелем впливу в цій моделі є ставка податку, яка є прямо порційною до обсягу доходів домогосподарств (зв'язок 2-1 має знак -) та надходжень до бюджету (зв'язок 2-4 має знак +).

Підсумки аналізу зв'язків наведемо у таблиці 2.

Побудуємо графічне зображення отриманого орієнтованого графу (рис. 1).

В нашому випадку вершини графа не мають ваг, а дуги зважаються знаком. Якщо збільшення значення фактору (вершини), з якого дуга виходить, приводить до збільшення значення фактору, в який вона входить, то дуга має позитивний знак (+), в протилежному випадку позначаємо дугу знаком -.

В досліджуваній задачі цільовими факторами виступають як доходи домогосподарств (вершина 1), так і активність фондового ринку – вершина з номером 11.

Таблиця 2

Підсумки аналізу зв'язків когнітивної моделі

№ з/п	Шифр зв'язку	Знак	Економічна сутність зв'язку
1	1-8	+	Збільшення доходів домогосподарств призводить до підвищення обсягу неспоживчих витрат
2	8-10	+	Домогосподарства мають додаткові кошти на здійснення операцій на фондовому ринку, що призводить до підвищення його економічної активності

3	10-6	+	З активізацією фондового ринку збільшується частка власників цінних паперів, що отримують дохід від продажу та купівлі фондових інструментів
4	10-7	+	Коли на фондовому ринку є попит на цінні папери, підприємства мають змогу залучати додаткові фінансові ресурси шляхом емісії акцій, що призводить до підвищення частки грошової емісії цінних паперів в загальному обсязі пропозиції грошей
5	10-4	+	З активізацією фондового ринку та збільшенням обсягів операцій підвищується сума податкових надходжень до бюджету
6	4-3	+	Через збільшення доходної частини бюджету відбувається покращення соціального стану населення, що знаходить відображення в позитивній динаміці зміни обсягу соціальних виплат
7	3-1	+	Соціальні виплати населенню є складовою частиною доходів домогосподарств, тому збільшення їх обсягу призведе до збільшення доходу
8	7-5	+	Додаткова емісія цінних паперів сприяє підвищенню рівня заробітної плати, як для співробітників акціонерних товариств, так і для учасників фондового ринку
9	6-1	+	Якщо зростає частка власників цінних паперів, спостерігається зростання прибутку від операцій на фондовому ринку, що впливає на рівень доходу домогосподарств
10	5-1	+	Зростання заробітної плати позитивно впливає на рівень доходу домогосподарств
11	2-1	-	Зростання ставки податку з доходів фізичних осіб призведе до зменшення

			доходів домогосподарств
12	2-4	+	Податкові надходження є складовою частиною доходів бюджету, тому збільшення їх обсягу позитивно впливає на цю складову бюджету держави
13	1-9	-	Коли збільшуються доходи домогосподарств, вони мають можливість скорити поточне споживання та навпаки, збільшити його при зменшенні дохідної частини
14	9-11	-	Якщо поточне споживання збільшується, то домогосподарству бракує грошових коштів для здійснення операцій на фондовому ринку
15	11-10	-	Підвищення фінансової активності на фондовому ринку призводить до зменшення порогу входження для фізичних осіб
16	10-1	-	Якщо поріг входження для домогосподарства знизиться, то збільшиться та його частина доходу, яку воно може направити на інвестування в цінні папери

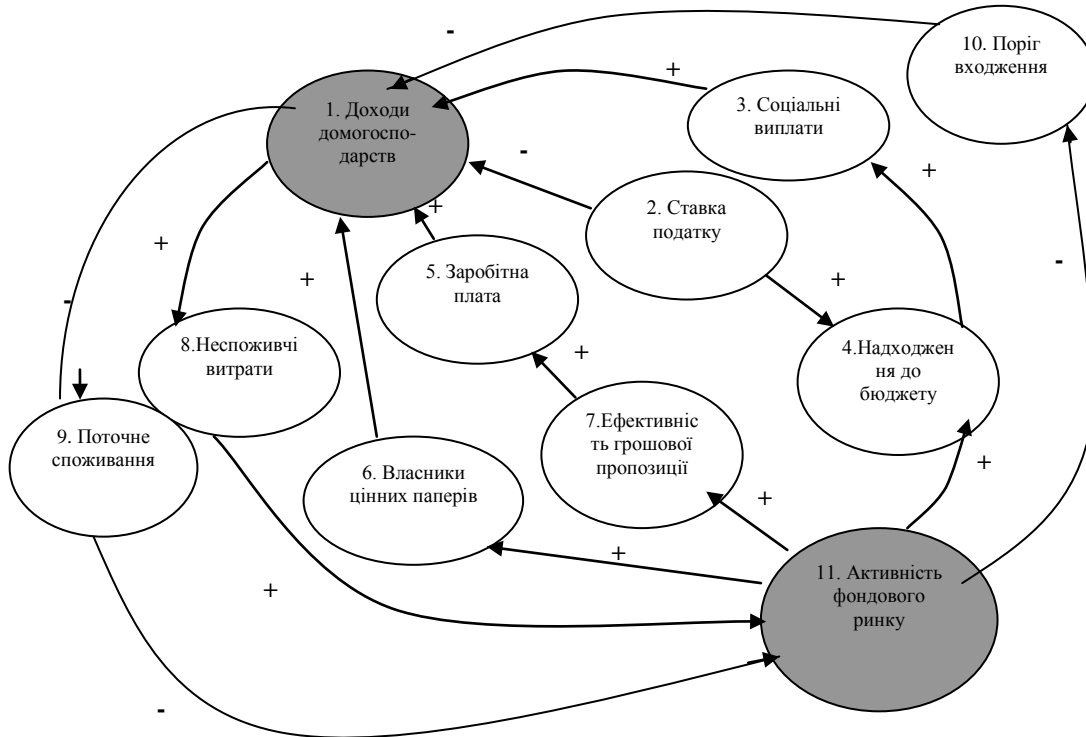


Рис. 1. Знаковий граф моделі впливу ставки податку на доходи домогосподарств та активність фондового ринку

До важелів управління відносяться також можливість змінювати знак дуги та додавати в систему нові вершини та дуги. Важелями впливу в побудованій моделі є розмір ставки податку. Слід зауважити, що змінювати цей важіль може тільки держава, а не суб'єкти господарювання, тому система є нестабільною.

В першу чергу для нас з погляду управління представляють інтерес контури, які виходять з цільової вершини, тому необхідно починати з вершини 11 «Активність фондового ринку» та пересуваючись вздовж дуг побудувати всі існуючі контури:

$$1. 11 \xrightarrow{+} 4 \xrightarrow{+} 3 \xrightarrow{+} 1 \xrightarrow{+} 8 \xrightarrow{+} 11;$$

$$2. 11 \xrightarrow{+} 7 \xrightarrow{+} 5 \xrightarrow{+} 1 \xrightarrow{+} 8 \xrightarrow{+} 11;$$

$$3. 11 \xrightarrow{+} 4 \xrightarrow{+} 3 \xrightarrow{+} 1 \xrightarrow{-} 9 \xrightarrow{-} 11$$

$$4. 11 \xrightarrow{+} 7 \xrightarrow{+} 5 \xrightarrow{+} 1 \xrightarrow{-} 9 \xrightarrow{-} 11$$

$$5. 11 \xrightarrow{+} 6 \xrightarrow{+} 1 \xrightarrow{+} 8 \xrightarrow{+} 11;$$

$$6. 11 \xrightarrow{+} 6 \xrightarrow{+} 1 \xrightarrow{-} 9 \xrightarrow{-} 11;$$

$$7. 11 \xrightarrow{-} 10 \xrightarrow{-} 1 \xrightarrow{+} 8 \xrightarrow{+} 11;$$

$$8. 11 \xrightarrow{-} 10 \xrightarrow{-} 1 \xrightarrow{-} 9 \xrightarrow{-} 11$$

У побудованому графі є збурення зовнішнього середовища, за яке в моделі взято вершину 2. «Ставка податку». Ці збурення є некерованими, здійснити вплив на них неможливо. Вплив ставки податку на активність фондового ринку описано наступними ланцюгами:

$$1. 2 \xrightarrow{+} 4 \xrightarrow{+} 3 \xrightarrow{+} 1 \xrightarrow{+} 8 \xrightarrow{+} 11;$$

$$2. 2 \xrightarrow{-} 1 \xrightarrow{+} 8 \xrightarrow{+} 11.$$

В знаково зважених графах для визначення типу контуру достатньо підрахувати кількість від'ємних зв'язків вздовж контуру – якщо вона непарна, то контур стабілізуючий, в протилежному випадку – підсилюючий.

Розглянемо ваги у контурі

$$1. 11 \xrightarrow{+} 4 \xrightarrow{+} 3 \xrightarrow{+} 1 \xrightarrow{+} 8 \xrightarrow{+} 11.$$

Від'ємних зв'язків в контурі немає, тому контур є підсилюючим.

По аналогії розглянемо контури 2), 3), 4), 5), 6), 7), 8). Ці

контури мають парну кількість зв'язків, тобто є підсилюючими.

Для подальшого аналізу отриманих результатів та формування пропозицій щодо управлінських впливів на систему побудуємо вихідну матрицю дослідження, яка буде базисом для подальших майбутніх розрахунків і складатиметься із оцінок взаємозалежності факторів (табл. 3).

Таблиця 3

Вихідна матриця дослідження

Вершини	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0	-1	+1	0	+1	+1	0	+1	-1	-1	0
2	-1	0	0	+1	0	0	0	0	0	0	0
3	+1	0	0	+1	0	0	0	0	0	0	0
4	0	+1	+1	0	0	0	0	0	0	0	+1
5	+1	0	0	0	0	0	+1	0	0	0	0
6	+1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+1
7	0	0	0	0	+1	0	0	0	0	0	+1
8	+1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+1
9	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1
10	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1
11	0	0	0	+1	0	+1	+1	+1	-1	-1	0

При наявності зв'язку між факторами виставлялася оцінка «1» або «-1», в залежності від дії зв'язку, при відсутності прямої значущої залежності мала місце оцінка «0».

Для подальших розрахунків та прогнозів необхідно проаналізувати поширення в системі початкових імпульсів та оцінити вплив факторів один на одного.

Імпульсом є величина $p_i(t) = v_i(t) - v_i(t - 1)$, де $v_i(t)$ – параметр, що відповідає вершині v_i в момент часу t , а $v_i(t - 1)$ – параметр, що відповідає вершині v_i в момент часу $t - 1$. При цьому, якщо від вершини u_i до вершини u_j проводиться дуга, то зміна параметру u_i за рахунок взаємодії із параметром u_j відбувається в залежності від типу дуги:

– якщо дуга додатна, то зміна параметра у вершині u_i в

момент часу t враховується зі знаком плюс для відповідної зміни параметра у вершині u_j в момент часу $t + 1$;

— якщо дуга від'ємна, то зміна параметра у вершині u_i в момент часу t враховується зі знаком мінус для відповідної зміни параметра у вершині u_j в момент часу $t + 1$ [11].

Автономний імпульсний процес для $t \geq 0$ задається рівнянням:

$$v_i(t + 1) = v_i(t) + \sum_{i=1}^n \text{sgn}(u_i, u_j) \cdot p_i(t), \quad (1)$$

де

$$\text{sgn}(u_j, u_i) = \begin{cases} 1, & \text{якщо дуга } (u_j, u_i) \text{ додатна,} \\ -1, & \text{якщо дуга } (u_j, u_i) \text{ від'ємна,} \\ 0, & \text{якщо дуга } (u_j, u_i) \text{ відсутня.} \end{cases}$$

Для дослідження впливу ставки податку на доходи домогосподарств та активність фондового ринку розглянемо наступний початковий імпульс

$$p_i(0) = (0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0).$$

Вектор початкових значень дорівнює: $v_1(0) = v_2(0) = v_3(0) = \dots = v_{12}(0) = 0$. За період часу t будемо вважати місяці, а за одиницю приймемо зміну початкового значення на 1%. Можливий вплив цих початкових імпульсів на доходи домогосподарств та активність фондового ринку наведено на рис. 2.

Здійснивши аналіз графічних даних, можна зробити наступний прогноз: при збільшенні ставки податку на 1%, доходи домогосподарств зменшаться на 1% протягом року, однак та ж сама зміна ставки податку призведе до зменшення активності фондового ринку на 1% протягом 1-4 місяців, а потім призведе до зростання на 1% в період за 6-10 місяців, та на 2% протягом 11-12 місяців року.

Запропонована модель може бути використана для

здійснення прогностичних розрахунків при зміні в податковому законодавстві ставок податку з доходів фізичних осіб та визначити її вплив на активність здійснення операцій приватними особами на фондовому ринку.

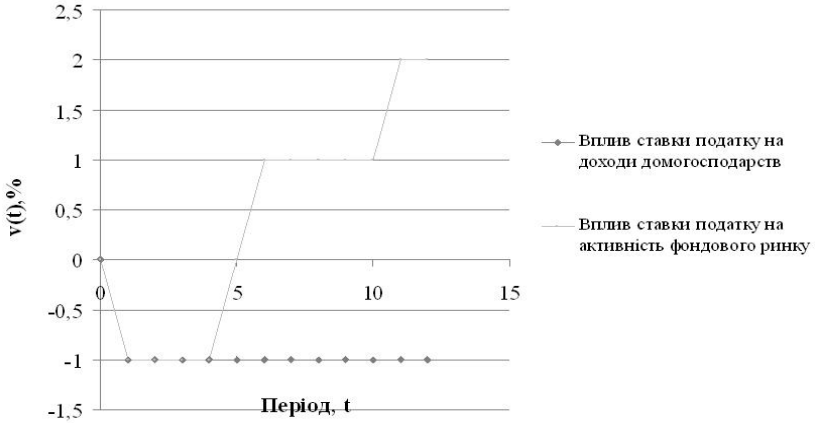


Рис. 2. Вплив початкових імпульсів на доходи домогосподарств та активність фондового ринку

Розроблена модель базується на методах когнітивного моделювання та дає можливість дослідити динаміку функціонування ринку цінних паперів, зокрема стосовно активності учасників-фізичних осіб.

Наведені статистичні дані щодо формування фінансових ресурсів домогосподарств та подальшого їх інвестування у розвиток фондового ринку свідчать про необхідність впровадження у вітчизняний досвід практики сімейного оподаткування, в основі якої знаходиться домогосподарство з загальними доходами і споживанням. При нарахуванні фіскальних виплат повинна враховуватися фактична здатність домогосподарства до сплати податків, що призведе до активізації їх інвестиційної діяльності.

Це сприятиме припливу грошових коштів у вітчизняний

фінансовий сектор, дозволить більш динамічно розвиватися небанківському сегменту фінансового ринку, надасть можливість пересічному громадянину мати додатковий дохід від здійснення операцій на фондовому ринку, отже й підвищить якість життя населення.

Список використаної літератури

1. Z.1 «Flow of Funds Accounts» [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.federalreserve.gov/releases/z1/current/z1.pdf>.
2. Household accounts [Electronic resource]. – Mode of access: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache>.
3. Доходи і витрати населення України за 2012 рік [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2013/gdn/dvn_ric/dvn_ric_u/dvn_kv12_u.htm.
4. Авдеева З.К. Когнитивное моделирование для решения задач управления слабоструктурированными системами (ситуациями) // З.К. Авдеева, С.В. Коврига, Д.И. Макаренко / Институт проблем управления РАН. – 2010. – С. 26-39.
5. Кулинич А.А. Методология когнитивного моделирования сложных плохо определенных ситуаций / А.А. Кулинич // Вторая межд. конференция по проблемам управления (17-19 июня 2003 г.). – ИПУ РАН : М. – Т. 2. – С. 219-226.
6. Лепа Р.Н. Ситуационный механизм подготовки и принятия управленческих решений на предприятии: методология, модели и методы : [монография] / Р.Н. Лепа / НАН Украины, Институт экономики промышленности. – Донецк : ООО «Юго-Восток, Лтд», 2006. – 308 с.
7. Тимохин В.Н. Методология моделирования экономической динамики : [монография] / В.Н. Тимохин ; [научн. ред. проф. Ю.Г. Лисенко]. – Донецк : ООО «Юго-Восток, Лтд», 2007. – 269 с.
8. Сергеева Л.Н. Когнітивне моделювання в управлінні комерційним банком / Л.Н. Сергеева // Вісник Хмельницького національного університету. – №1. – 2008. – С. 130-132.
9. Раевнева Е.В. Когнитивное моделирование для решения задач управления слабоструктурированными системами (ситуациями) / Е.В. Раевнева, Н.М. Берест // Бизнесинформ. –

№5(2). – 2010. – С. 40-43.

10. Апатова Н.В. Стратегические ориентиры экономического роста Украины / Н.В. Апатова ; [Электронный ресурс]. – Режим

доступа: http://www.nbu.gov.ua/portal/soc_gum/UZTNU_econ/2012_1/Apatova.pdf.

11. Бакурова А.В. Самоорганізація соціально-економічних систем: моделі і методи : [монографія] / А.В. Бакурова. – Запоріжжя : КПУ, 2010. – 328 с.

12. Рудая М.І. Оподаткування доходів сільських домогосподарств : автореф. дис... канд. екон. наук: 08.00.08 / М.І. Рудая ; Нац. наук. центр «Ін-т аграрної ек-ки» Укр. акад. аграрних наук. – К., 2009 – 20 с.

13. Кізіма Т.О. Фінанси домогосподарств: сучасна парадигма та домінанти розвитку / Т.О. Кізіма ; [вст. слово С.І. Юрія]. – К. : Знання, 2010. – 431 с.

2.6. МОДЕЛЮВАННЯ ПОДАТКОВОЇ СВІДОМОСТІ В СЕРЕДОВИЩІ КОНФЛІКТУ ІНТЕРЕСІВ СУБ'ЄКТІВ ОПОДАТКУВАННЯ

Анотація. Розглянуто сутність поняття та складові податкової свідомості суб'єктів оподаткування. Узагальнено передумови виникнення та проаналізовано чинники розвитку конфлікту у суб'єктів оподаткування. Обґрунтовано вибір когнітивного моделювання для дослідження розвитку податкової свідомості в умовах впливу чинників передумови виникнення конфлікту інтересів у суб'єктів оподаткування. Узагальнено рекомендації щодо набору інструментів впливу на позитивний розвиток податкової свідомості, становлення інституту якої може стати запорукою сталості суспільно-політичної та соціально-економічної складової державного розвитку на принципово новому якісному рівні.

Сучасний розвиток соціально-економічних систем проявляється через прояв ініціативи щодо формування та реалізації суспільно-політичної та фінансово-економічної складової громадської свідомості українського населення. Ефективність будь-яких реформ та принципових перебудов зазначених систем цілком залежить від усвідомлення кожним їх потреби та негайної практичної реалізації.

Трансформації сучасної податкової системи, що відбуваються останніми роками, призвели до яскравого прояву формальності у бюджетно-податкових відносинах, що відповідають умовам ірраціональної дійсності функціонування суб'єктів оподаткування.

Питаннями розвитку вітчизняної податкової системи займалися такі провідні вчені як З.С. Варналий, Ю.Б. Іванов, Т.В. Калінеску, А.І. Крисоватий, П.В. Мельник, О.В. Покатаєва, Л.Л. Тарангул тощо.

Накопичення та загострення суспільно-політичних проблем на тлі чергового економічного спаду підкріплюються відсутністю складових податкової свідомості як з боку суб'єктів господарювання, контролюючих органів, так і з боку держави, що загалом являються суб'єктами оподаткування.

Певні податкові факти мають відповідну реакцію на них суб'єктів оподаткування, чия поведінка та діяльність так само стає підґрунтям до появи цих фактів.

Дуальність оподаткування проявляється через взаємозв'язок сплати податкових надходжень платниками податків та адмініструванням їх контролюючими органами в межах чинного законодавства, тому досліджувати формування та розвиток податкової свідомості доцільно враховуючи протилежність цілей функціонування суб'єктів оподаткування.

Полярність кінцевих цілей суб'єктів оподаткування посилюється такими застарілими негативними чинниками сучасності як:

- українська ментальність;
- соціальна нерівність;
- корупція;
- суспільно-економічна інфантильність;
- низький рівень фінансово-економічної грамотності;
- відірваність сучасної системи вищої освіти від реалій та потреб соціально-економічного розвитку;
- низький рівень життя тощо.

Також, вагомою складовою систематизації чинників впливу та їх взаємозв'язків на розвиток податкової свідомості є їх обґрунтування в межах формальних та неформальних податкових відносин, які проявляються в економічному та соціально-психологічному вимірах. Формальність податкових відносин загалом проявляється через реалізацію низки поетапних законодавчих стереотипних дій, сукупність яких представляє собою історично визначену форму прояву податкової поведінки. Неформальну складову податкових відносин представляють прояви характеру структурних елементів податкової свідомості, які можуть бути свідомим та несвідомим вибором напряму їх розвитку, що визначатиме кінцевий результат.

Систематизацію чинників, що сприяють чи негативно впливають на розвиток податкової свідомості у суб'єктів оподаткування, також доречно групувати за критеріями досягнення максимізації податкових надходжень до бюджету

та мінімізації сукупних податкових платежів в межах оптимізації їх податкових ризиків, що дасть змогу знайти об'єднуючі точки дотику. Дослідження області даних точок дасть можливість побудувати оптимальну стратегію розвитку податкової свідомості на основі формування найкоротшого шляху досягнення поставленої мети.

Складність дослідження податкової свідомості як елемента соціально-економічної системи проявляється через її слабку структурованість. Доцільно враховувати, що податкова свідомість, як категорія, є: по-перше, результатом розвитку соціально-економічних відносин в державі; по-друге, сформувалася на стику таких наук як психологія, філософія, соціологія, оподаткування та економіка.

Саме тому формування податкової свідомості у суб'єктів оподаткування залишається досить дискусійним питанням у всіх сферах науки.

В даному дослідженні під податкової свідомістю розуміємо відповідне відображення податкових реалій через особливу податкову поведінку та діяльність [1]. Підвищення рівня податкової свідомості можливе через активізацію механізму мотивації з акцентом на розуміння громадського обов'язку та почуття соціальної відповідальності.

Зауважимо, що останніми тенденціями розвитку соціальної економіки є результати в області формування та розвитку соціальної відповідальності та соціального підприємництва. Зокрема, формуються механізми соціальних ініціатив щодо перерозподілу прибутку суб'єктів господарювання з урахуванням фінансування збиткових соціальних проектів, програм, організацій та підприємств. Також, формується підґрунтя для розвитку підсистеми підприємництва для різних верств населення та груп соціальної незахищеності.

Уся сукупність та багатогранність соціально-економічних процесів підкорена суспільній свідомості, яка є узагальненням особистісних характеристик культури та свідомості кожного з нас. Вагомою складовою суспільної та індивідуальної свідомості є економічна, зокрема податкова свідомість, що є результатом практичного боку їх розвитку. Економічна та її

функціональна складова – податкова свідомість визначають логіку та орієнтацію ситуативної поведінки суб'єктів податково-економічних відносин, що детерміновано специфікою комерційних вигід для задоволення власних смисложиттєвих інтересів.

Ефективним інструментом для дослідження слабо структурованих соціально-економічних систем є когнітивне моделювання, чії засади відображені в працях З.К. Авдєєвої, А.В. Бакурової, Л.А. Гинис, Г.В. Горєлової, Н.Х. Джаримова, Е.Н. Захарової, А.А. Кулинича, С.А. Радченко, Л.Н. Сергєєвої та інших. Основні теореми та визначення запропоновані в наукових працях Ф. Робертса [2], на основі яких далі узагальнемо основні етапи когнітивного моделювання.

Застосування когнітивного моделювання до формування моделі розвитку податкової свідомості у суб'єктів оподаткування дає можливість виявити основні закономірності та сценарії її розвитку в середовищі конфлікту інтересів контролюючих органів, держави та платників податків на основі побудови знакового орграфу, чії вершини, що представлені сукупністю u_1, u_2, \dots, u_n і приймають значення $v_i(t)$ у дискретні моменти часу $t = 0, 1, 2, \dots$, відповідають основним структурним елементам проблеми дослідження та узгоджені між собою причинно-наслідковими зв'язками, які позначені дугами. Приймається, що значення $v_i(t+1)$ визначається значенням $v_i(t)$ та даними про те, чи збільшили або зменшили свої значення інші вершини u_j , суміжні з u_i , у момент часу t . Якщо збільшення значення параметру вершини, з якого дуга виходить, на одиницю виміру призводить до збільшення значення параметру вершини, в яку вона входить, то зв'язок вважається позитивним, у протилежному випадку – негативним.

Для реалізації сформованого орграфу формують матрицю суміжності $C = \parallel c_{ij} \parallel_{n \times n}$ відповідно до наступної умови:

$$\text{sgn}(u_j, u_i) = \begin{cases} 1, \text{якщо ребро } (u_j, u_i) \text{ додатне,} \\ -1, \text{якщо ребро } (u_j, u_i) \text{ від'ємне,} \\ 0, \text{якщо ребро } (u_j, u_i) \text{ відсутнє.} \end{cases} \quad (1)$$

Досліджується автономний імпульсний процес за правилом:

$$v_i(t+1) = v_i(t) + \sum_{j=1}^n \text{sgn}(u_j, u_i) p_j(t), \quad (2)$$

Тобто, початковий одиничний імпульс подається до певної керуючої вершини, яка має свій номер в оргграфі, тому в матриці суміжності його буде позначено одиницею. Вирішення (1) та (2) дають змогу отримати прогнозовані результати дослідження.

Досліджуючи сферу податкового конфлікту інтересів суб'єктів оподаткування, причинно-наслідковий зв'язок яких формується на основі справляння податкових платежів, що характеризуються наступним:

1. Особливостями адміністрування податків (складністю, податковим навантаженням тощо). За даними «Paying Taxes 2014» [3] Україна все ще залишається на низькому місці в міжнародному рейтингу, що обумовлено високою загальною податковою ставкою на прибуток, що становить 54,9%, структура якої складається із 11,2% податку на прибуток, 43,1% податків на працю та 0,6% інших податків. Значене зниження корпоративного податку з 25% до 19% та перспективною його доведення до 16% суттєво не вплинуло на загальний показник ставки податку. Також, загальна кількість податкових платежів у 2013 склала 28 одиниць (1 - податок на прибуток, 24 платежі по податках на споживання та 3 - на інші податкові платежі), на які було витрачено 390 годин, з яких пішло на корпоративні податки 100 годин, 140 годин

витрачено на податки на працю та 140 годин - податки на споживання.

Вагомим показником функціонування податкової системи є рівень податкового навантаження, динаміка показників якого представлена на рис. 1.

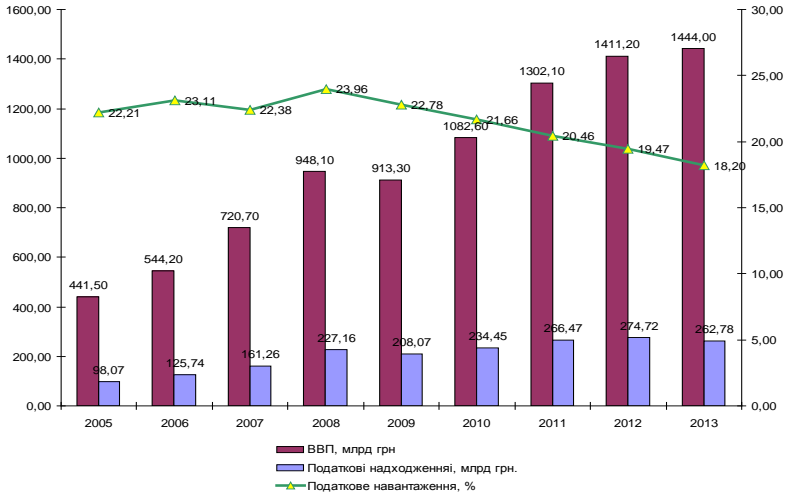


Рис. 1. Динаміка показників податкового навантаження України (обчислено автором самостійно за даними [4; 5; 7])

Результати розрахунків слід аналізувати враховуючи, що при обчисленні показника податкового навантаження не враховано інші обов'язкові платежі до державних соціальних фондів, що підвищить рівень отриманих результатів.

2. Податковою свідомістю, яка формує суспільно-податкову культуру держави. Нажаль, сучасні податкові органи оцінюють податкову свідомість через відношення показники кількості поданих декларацій до кількості платників податків, що суперечить сутності даного поняття.

3. Рівнем життя, що є результатом соціально-економічного розвитку держави. За даними Державної служби статистики інтегральна оцінка регіонального людського

розвитку Запорізької області за своїми складовими представлена на рис.2., рис. 3:

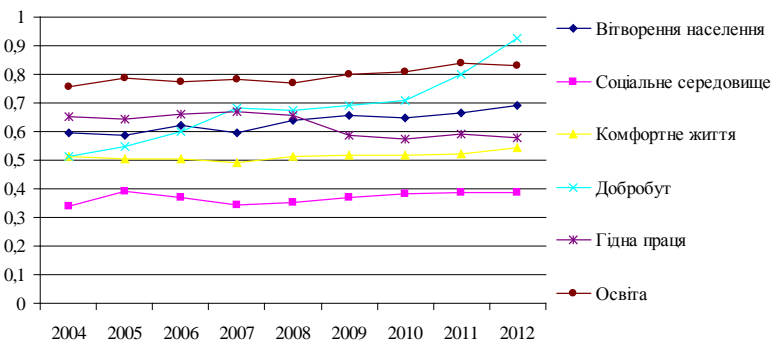


Рис. 2. Динаміка складових інтегрального регіонального індексу людського розвитку Запорізької області (узагальнено автором самостійно за даними [6])

З 2004 по 2012 роки Запорізька область демонструє стабільно низькі показники інтегрального регіонального індексу людського розвитку: рівня розвитку соціального середовища (біля 0,4) та комфортності життя (біля 0,5). Суттєво знизилися показники інтегральної оцінки гідності праці (з 0,65 в 2004 р. до 0,57 в 2012 р.), особливо з 2009 року, що обумовлено кризовими явищами в економіці держави. Демонструють зростання показники інтегральної оцінки відтворення населення та його добробуту, на зростання яких вплинули підвищення рівня бюджетних дотацій та підвищення рівня мінімальної заробітної плати. Але, дані заходи аж ніяк не впорядкували рівень податкового навантаження для значно диференційованого за доходами економічно-активного населення.

4. Умовами ведення бізнесу в контексті сучасного податкового простору За даними рейтингу «Ведення бізнесу 2013» (Doing Business 2013) Україна посіла такі місця: в 2011 р. – 149 місце із 185 досліджуваних країн; в 2012 р. – 152 місце і в 2013 р. – 149 місце. Тобто, принципово умови ведення бізнесу в Україні за досліджуваний період не змінилися.

5. Нерівність у прийнятті соціально-економічних рішень. Вирішення складних питань розподілу повноважень та ресурсного забезпечення між громадою та всіма рівнями влади загострюються відсутністю з боку влади їх практичної реалізації та значною диференціацією за рівнем ініціативності територій;

6. Функціонування системи податкового контролю контролюючими органами. Сучасна система податкового контролю побудована на засадах звуження контролюючої та розширення консультативної та попереджувальної функцій. Проте, залишаються проблемними питання роботи контролюючих органів в середовищі податкового конфлікту, коли ефективним результатом їх діяльності є не забезпечення норм податкового права, а збільшення обсягів податкових платежів.

Низька зазначених вище чинників формує специфіку вітчизняних умов та форм взаємодії суб'єктів оподаткування через співробітництво, консолідацію, солідарність, кооперацію, партнерство, інтеграцію, конкуренцію та конфлікт.

В податковому середовищі податковий конфлікт можна визначити як зіткнення інтересів взаємодіючих груп людей в процесі формування та розвитку податково-фінансових відносин, які за своєю:

- горизонтальною структурою утворюють суб'єкти оподаткування та предмет податкового конфлікту (комерційні інтереси, ухилення від сплати податків тощо);

- за вертикальною – сценарії розвитку податкової конфліктної ситуації та виходу із неї.

Податковий конфлікт є передумовою виникнення податкового спору, проте не закінчується разом з його вирішенням, оскільки характеризується своєю динамічністю. Масштаби та сценарії розвитку будь-якого податкового конфлікту обмежуються рівнем податкової свідомості суб'єктів оподаткування та моментом набрання чинності прийнятого рішення щодо предмету його виникнення.

Отже, на підставі вище зазначено, когнітивну модель податкової свідомості представляємо крізь призму теорії психології, де її елементами є самосвідомість та суспільна

свідомість, див. рис. 4. В контексті нашого дослідження це наступна структура податкової свідомості: соціальна відповідальність, носій особистісної соціально-податкової культури та їх похідна - соціально-податкова роль.

Вершини орграфу сформовані експертним шляхом та підлягають обґрунтуванню з позиції якості причинно-наслідкових зв'язків, що зможе підвищити рівень достовірності побудованої моделі.

Керуючими вершинами, в даному випадку є умови ведення бізнесу (1), суспільно-податкова культура (2), держава (3), контролюючі органи (4), особистісна соціально-податкова культура (5), особливості адміністрування податків (6), соціально-податкова роль (7), соціальна відповідальність (8), рівень життя (9), платники податків (10), податкові платежі (12), бюджет (13), а цільовою вершиною є податкова свідомість (11), як основа формування та розвитку соціально-податкової культури держави, становлення інституту якої може стати запорукою сталості суспільно-політичної та соціально-економічної складової державного розвитку на принципово новому якісному рівні.

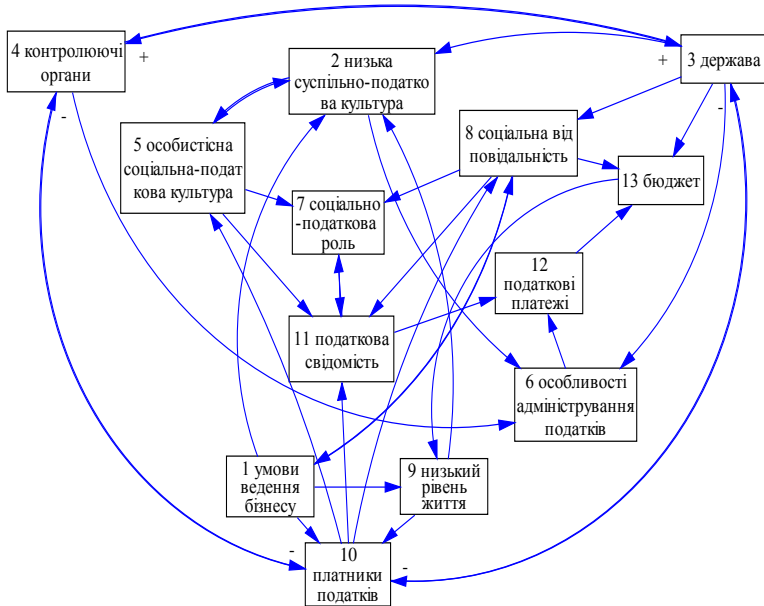


Рис. 3. Когнітивна модель податкової свідомості в середовищі конфлікту інтересів суб'єктів оподаткування (розроблено автором самостійно в середовищі Vensim)

Сформуємо матрицю суміжності за виразом (3):

0	-1	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	0	0	0
0	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	0	0
-1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	-1	0	0	0	1	0	0	0
0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1
0	-1	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

(3)

Вектор початкових значень вершин V був умовно прийнятий рівним $V(\text{вих})=(0, 0, \dots, 0, \dots, 0)$, за одиницю часу був узятий місяць. Початок дуги відповідає номеру строки у матриці, а її кінець – номеру стовбця.

Розглянемо сценарії розвитку податкової свідомості (вершина 11) для формування та узагальнення набору керуючих важелів впливу на неї.

Сценарій 1. Взбуджуючий імпульс подано у вершину 1 (умови ведення бізнесу), $V(\text{вих.})=(+1, 0, \dots, 0)$:

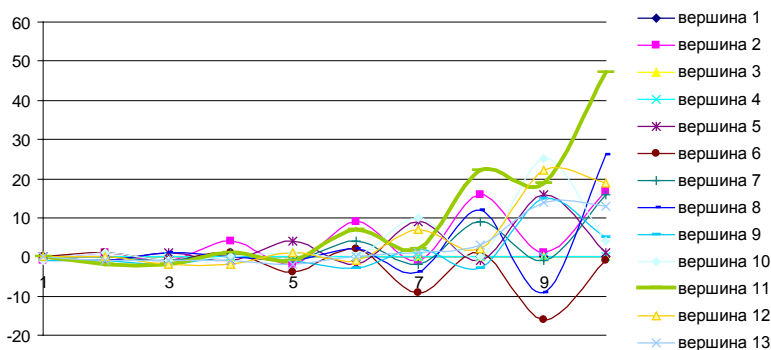


Рис. 4. Сценарій розвитку системи в умовах сприяння розвитку бізнесу (обчислено автором самостійно)

Податкова свідомість та податкові платежі починають поступово зростати з 5 місяця після початку формування сприятливих умов для ведення бізнесу.

Сценарій 2. Початковий імпульс подається у вершину 2 (суспільно-податкова культура), $V(\text{вих.})=(0, +1, 0, \dots, 0)$:

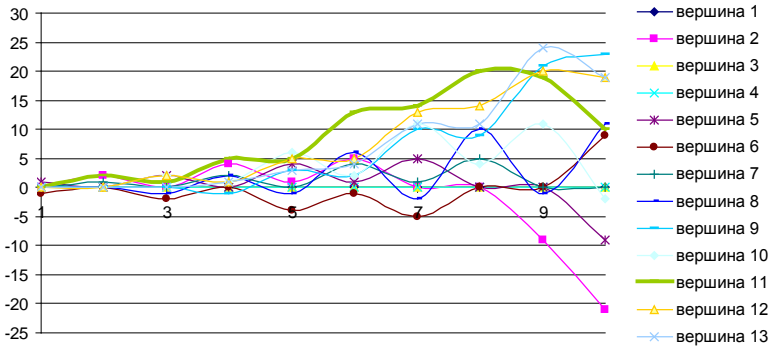


Рис. 5. Сценарій розвитку системи під впливом підвищення рівня суспільно-податкової культури (обчислено автором самостійно)

Зростаюча тенденція податкової свідомості та податкових платежів в умовах розвитку суспільно-податкової культури у державі закінчується вже з 8 місяця, що обумовлено потребою одночасного підвищення рівня особистісної податкової культури суб'єктів оподаткування.

Сценарій 3. Імпульс подається у вершину 3 (державу), $V(\text{вих.}) = (0, 0, +1, 0, \dots, 0)$, див. рис.7.

Втручання держави в бізнес-процеси негативно впливає на розвиток суспільно-податкової свідомості, зокрема на обсяги податкових платежів, що обумовлює необхідність обмеження ролі держави з акцентом на застосування механізмів попередження розвитку диспропорцій у соціально-економічній системі.

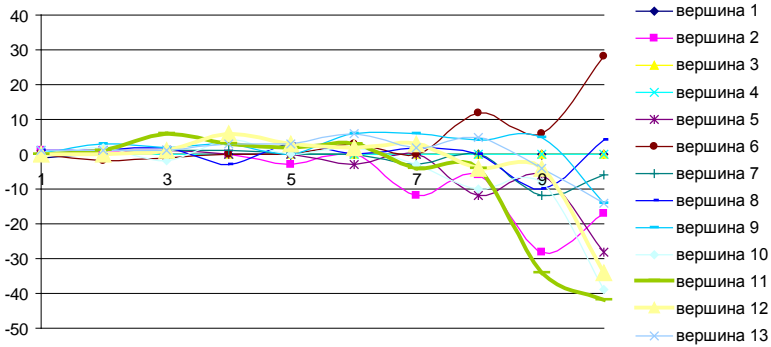


Рис. 6. Сценарій розвитку системи під впливом державного регулювання особливостей адміністрування податків (обчислено автором самостійно)

Розглянуті вище особливості вітчизняного адміністрування податків ускладнюються систематичними змінами правового поля оподаткування, що значно підвищує рівень податкових ризиків усіх суб'єктів оподаткування.

Сценарій 4. Взбуджуючий імпульс подано у вершину 4 (контролюючі органи), $V(\text{вих.})=(0,0,0,+1,0,\dots,0)$:

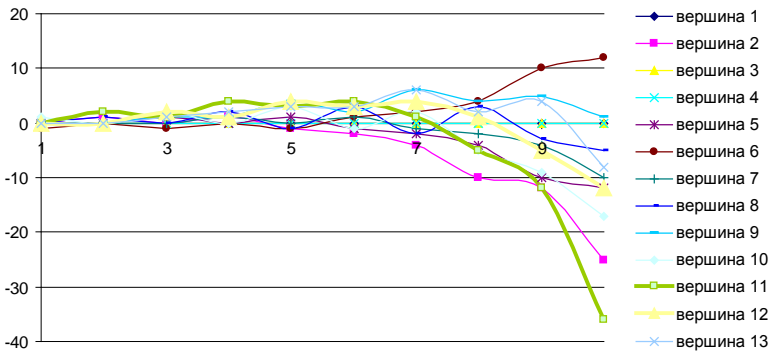


Рис. 7. Сценарій розвитку системи в умовах активізації механізмів податкового контролю (обчислено автором самостійно)

Сучасний стан системи податкового контролю, як вже зазначалося, потребує переосмислення та перебудови

відповідно до створення більш гнучких механізмів спрямування платників податків до свідомого їх справляння. Дієвим інструментом, в даному випадку, може стати розвиток суспільно-податкової свідомості суб'єктів оподаткування.

Сценарій 5. Імпульс подається у вершину 5 (особистісна соціально-податкова культура), $V(\text{вих.})=(0,0,0,0,+1,0,\dots,0)$:

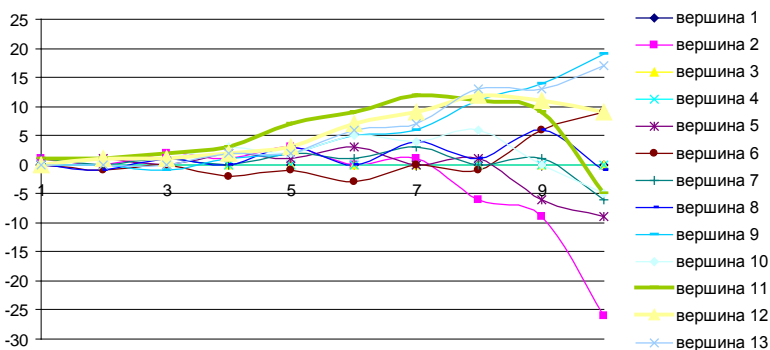


Рис. 8. Сценарій розвитку системи під впливом підвищення рівня особистісної податкової культури (обчислено автором самостійно)

Підвищення рівня особистісної соціально-податкової культури позитивно впливає на розвиток податкової свідомості та податкові платежі до 8 місяця, після чого відбувається зниження показників. Така динаміка пояснюється негативним впливом низького рівня суспільно-податкової культури в державі.

Сценарій 6. Початковий імпульс подається у вершину 6 (особливості адміністрування податків), $V(\text{вих.}) = (0,0,0,0,0,+1,0,\dots,0)$, див. рис. 9.

Поступове спрощення адміністрування податків та зниження рівня податкового навантаження на бізнес спочатку призведе до зменшення податкових платежів та рівня податкової свідомості, а потім до їх зростання через підвищення загальної та особистісної податкової культури.

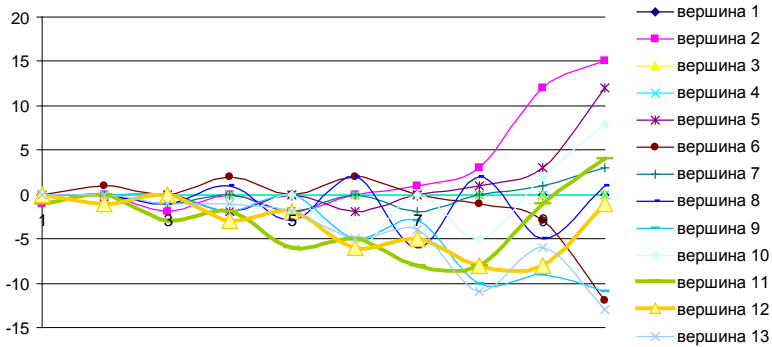


Рис. 9. Сценарій розвитку системи під впливом спрощення системи адміністрування податків (обчислено автором самостійно)

Сценарій 7. Початковий імпульс подається у вершину 7 (соціально-податкова роль), $V(\text{вих.}) = (0,0,0,0,0,0,+1,0,\dots,0)$:

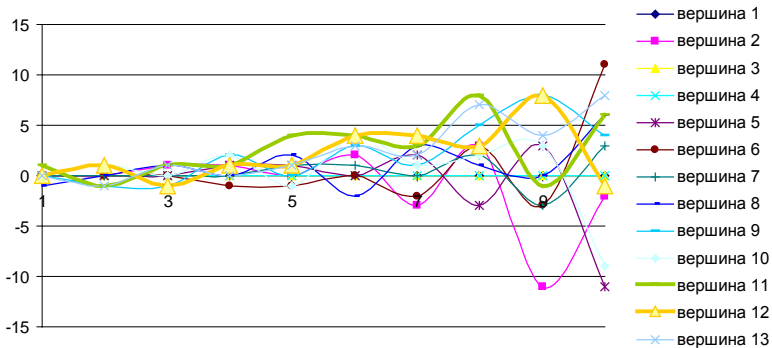


Рис. 10. Сценарій розвитку системи в умовах формування та розвитку соціально-податкової ролі у суб'єктів оподаткування (обчислено автором самостійно)

Активізація соціально-податкової ролі напряду дестабілізує розвиток податкової свідомості, що негативно впливає і на стабільність обсягів податкових платежів. Це пояснюється тим, що соціально-податкова роль, як вже зазначалося, є похідною від соціальної відповідальності та особистісної соціально-податкової культури, які і повинні стати об'єктом безпосереднього впливу.

Сценарій 8. Початковий імпульс подається у вершину 8 (соціальна відповідальність), $V(\text{вих.})=(0,0,0,0,0,0,0,+1,0,\dots,0)$:

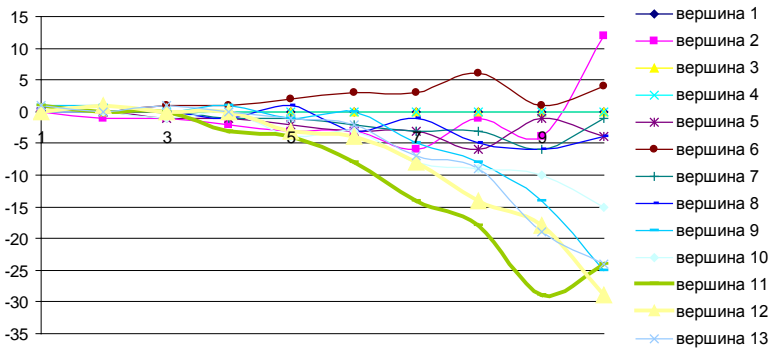


Рис. 11. Сценарій розвитку системи в умовах активізації механізмів розвитку соціальної відповідальності (обчислено автором самостійно)

Стимулювання розвитку соціальної відповідальності негативно впливає на податкову свідомість та обсяги податкових платежів, що пояснюється низьким рівнем життя та кількості свідомих суб'єктів оподаткування.

Сценарій 9. Імпульс подається у вершину 9 (рівень життя), $V(\text{вих.})=(0,0,0,0,0,0,0,+1,0,\dots,0)$:

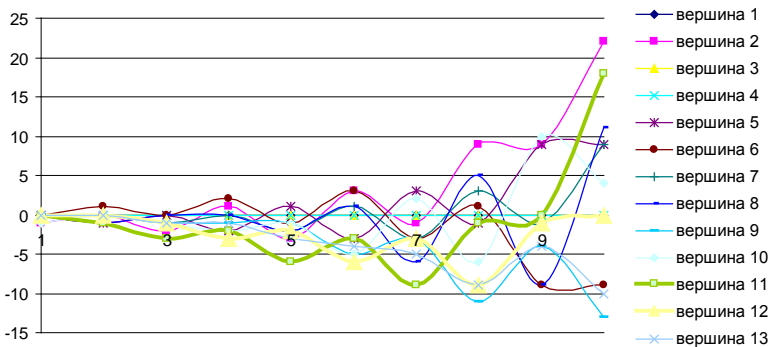


Рис. 12. Сценарій розвитку системи в умовах підвищення рівня життя населення (обчислено автором самостійно)

Зростання життєздатних показників добробуту населення позитивно впливає як на податкову свідомість, так і на інші показники.

Сценарій 10. Імпульс подається у вершину 10 (платники податків), $V(\text{вих.})=(0,0,0,0,0,0,0,0,0,+1,0,\dots,0)$:

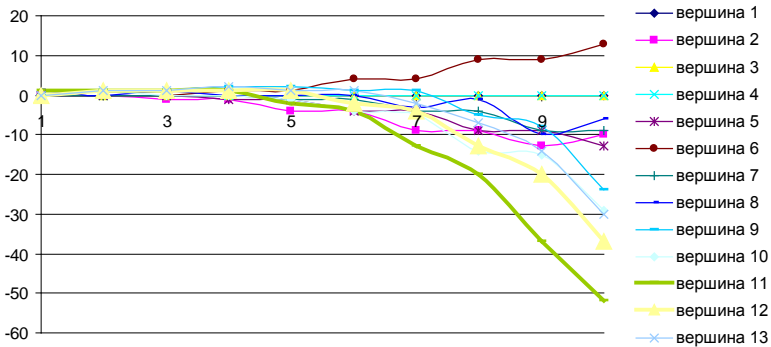


Рис. 13. Сценарій розвитку системи в умовах зростання кількості платників податків (обчислено автором самостійно)

Зростання кількості платників податків негативно впливає на рівень їх усвідомленої сплати податків.

Сценарій 11. Імпульс подається у вершину 12 (податкові платежі), $V(\text{вих.})=(0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,+1,0)$:

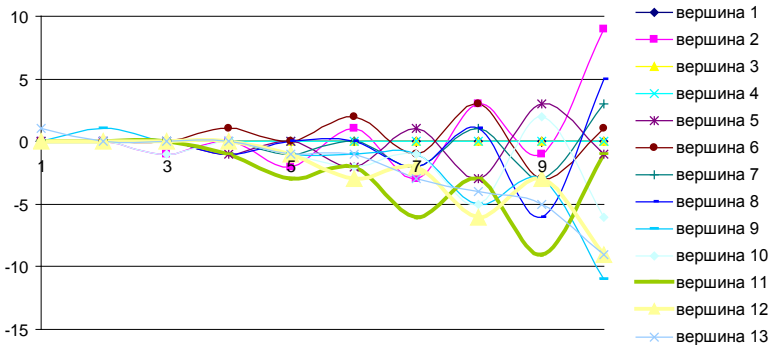


Рис. 14. Сценарій розвитку системи в умовах зростання обсягів податкових платежів (обчислено автором самостійно)

Зростання обсягів податкових платежів дестабілізує розвиток як податкової свідомості, так і інших показників.

Сценарій 12. Імпульс подається у вершину 13 (бюджет), $V(\text{вих.})=(0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,+1)$:

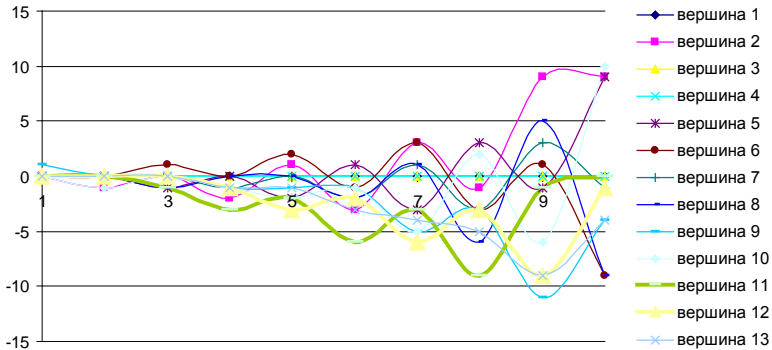


Рис. 15. Сценарій розвитку системи в умовах зростання питомої ваги видатків соціального спрямування у державному бюджеті (обчислено автором самостійно)

Зміни структурних елементів державного бюджету дестабілюють систему розвитку податкової свідомості, особливо з 5 місяця, що говорить про бюджетну неефективність щодо розвитку її складових.

Дослідивши сценарії розвитку податкової свідомості та її складових ми прийшли до таких висновків. Для підвищення рівня податкової свідомості суб'єктів оподаткування доцільно:

- спрямовувати зусилля на спрощення умов ведення бізнесу та адміністрування податків;
- удосконалити систему податкового контролю з акцентом на стимулювання та заохочення до розвитку свідомого оподаткування;
- підвищити рівень соціальної відповідальності та рівня життя;
- ефективність діяльності контролюючих органів оцінювати крізь показники зростання кількості свідомих платників податків та соціально-відповідальних державних службовців;

- спрямувати видатки державного бюджету на розвиток загальної та особистісної суспільно-податкової культури в Україні;
- для підвищення рівня податкової свідомості активізувати механізми мотивації суб'єктів податкування з акцентом на розуміння громадського обов'язку та почуття соціальної відповідальності.

Список використаної літератури

1. Кучерова Г.Ю. Податкова свідомість як інструмент стимулювання соціально-економічних процесів у державі: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні проблеми та механізми фінансового управління» (м. Харків, 12-13 грудня 2013 р.). – Х.: ВД «ІНЖЕК», 2013. – с. 245-248
2. Робертс Ф.С. Дискретные математические модели применимые к социальным, биологическим и экологическим задачам / Ф. С. Робертс. – М. : Наука, 1986. – 563 с.
3. Податкове навантаження в Україні та світі. Перша рейтингова система [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.pwc.com/gx/en/paying-taxes/assets/pwc-paying-taxes-2014.pdf>
4. Веб-портал Державної казначейської служби України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://treasury.gov.ua/main/uk/index>
5. Офіційний сайт Державної служби статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
6. Регіональний людський розвиток: статистичний бюлетень. – К.: ДССУ, 2013. – С. 60
7. Сергеева Л.Н. Оцінювання податкового навантаження на макрорівні / Л.Н. Сергеева, Г.Ю. Кучерова // Часопис економічних реформ: науково-виробничий журнал. – № 4(8). – 2012. – С.50-58

2.7. EVOLUTIONAL STABLE STRATEGY MODELING FOR FIRMS' SOCIAL PREFERENCES UNDER QUANTITY COMPETITION

Literature review

People make decisions under influence of the institutions. The mechanism of interaction between people with existing institutions brings a result that stimulates participants to revise their strategies.

Let us consider the basic components of environment interaction, such as people, institutions, mechanism and result (Fig.1).

People have different incentives for actions, as characterized by different relation to its rivals. These relations consist of social preferences, which include selfishness, altruism, punishment, cooperation and so on.

Classical economics perceives individual as «economic man» (selfish person), which seeks to achieve its optimization choice exclusively in own interests in an environment without institutions (fixed norms of behavior for the vast majority of participants). Selfishness generates:

- positive effects: «invisible hand» that means compatibility of individual and social interests (A. Smith);
- negative effects: «Tragedy of Commons» that imply the contradistinction between individual and social interests, which harms everyone (Hardyn, 1968).

Individualism generates selfishness. The individual cares only about own welfare and ignores the rest. The more it receives goods, the more it benefits [Myerson, 1982]. The benefit of one agent does not mean anything to the other one [Filatov, 1998].

Economic experiments and real life confirm that people often do not just go to the deterioration of own welfare for increasing of others benefits (altruism), but for the sake of punishing those persons, who violate social norms (punisher). When the joint actions bring more benefits than the total benefit of the individual actions, then there are the prerequisites for cooperation of participants' interaction. These social benefits are listed in Table 1.

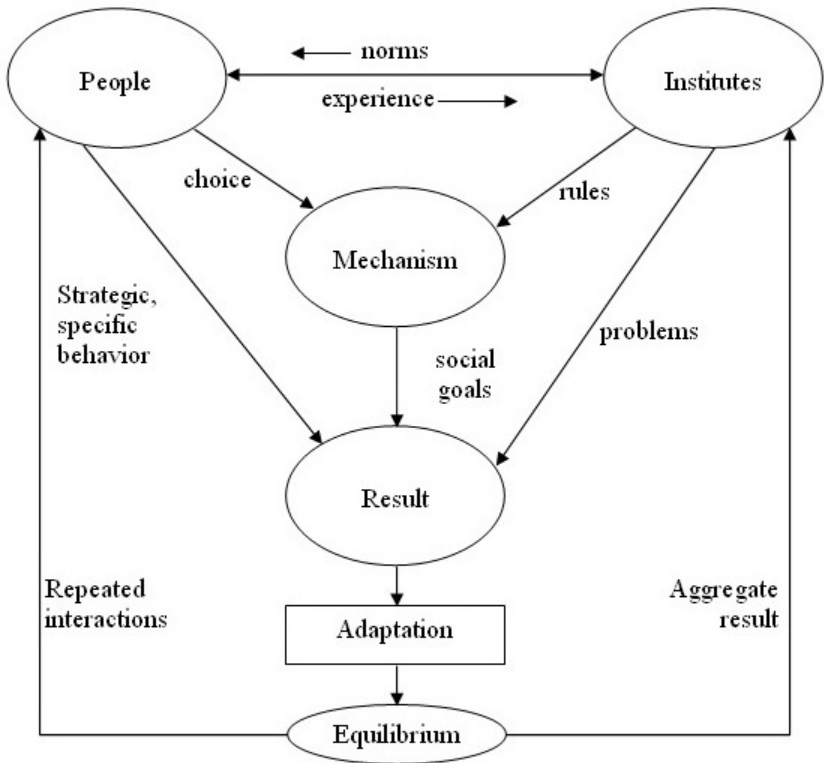


Fig. 1. Interaction of people and institutions with a competitive mechanism

Different social preferences of people explain the expansion of altruistic and punishing behavior in the environment, even when selfish behavior would bring more personal material gain. The behavior of altruists and punishers are not considered in traditional economic models of market competition.

Table 1. Classification of social preferences

<i>Cost/Benefit</i>	Private costs	Private benefits
Outsider benefits	Altruists	Co-operators
Outsider costs	Punishers	Selfish persons

People tend to imitate others and be guided by social norms for cooperation and altruism. This behavior does not contradict

rationality, combining individual selfishness with social norms [McFadden, 2009]. When there are mutual gains from cooperation, people appear altruistic incentives to honest interaction, supported by social norms. The benefit of other participants is valued as its own.

Observations and experiment give examples of such social benefits:

- voluntary behavior;
- paying taxes without offshore optimization;
- compliance with norms and laws when it can not be verified.

The behavior of people is not uniform, as some are concerned only about their own interests, while others - on the social ones, since at the beginning of interaction will be presented each group of participants.

Individual behavior can vary from one type to another, as some individuals spend their policy, while others adapt to a more favorable (conformists). This explains the transformation of egoists behavior in cooperation one with common interest, and vice versa.

Under limited numbers of participants their actions are interrelated. This forms strategic behavior of individuals. This behavior is focused on the future results and takes into account the expected behavior of others.

Changing the attitude of the individual to the competitors can change his or her behavior for a long time if it increases its benefits.

Everyone has the choice to maximize their profit function and takes into account its relation to rivals.

After people interaction updated information about environment, behavior and attitude of competitors (their type) will change strategy and attitude of each individual under finite or infinite repeated interaction (feedback of outcome and individual behavior).

Paper has next structure. This first part is devoted to the literature review; the second one determines problem statement. Third part construct general model of social preferences under Cournot competition. Fourth part model evolutionary stable strategy for firms' social preferences under Cournot competition. Fifth part concludes.

Problem statement

Institutions are laws, informal rules and agreements that provide long-run foundation for social interactions between population members [Bowles, 2010].

Institutions are supported by rules, which protected by:

- *laws* – centralize organized compulsion;
- *informal rules* - social sanctions;
- *agreements* - mutual expectations (e.g., from a previous history).

Institutes accumulate experience of individuals' interactions. Best experience is such that gives the greatest benefit to all participants of society. This experience is summarized in the form of norms, i.e. rules of interaction that apply to all or the vast majority society participants. Rules become effective institutions, where participants are convinced that failure to comply with these rules penalize them.

The rules can be formal (government laws) or informal (customs and traditions).

Task for institutions is to maintain or to extend the strategy of the most successful participants of interactions. Repeated interaction (cut and try method) via empirical data about common result provides information about the effectiveness of applied social norms [Smith, 1992].

Norms that increase the benefit of the majority of participants will expand, and that it reduces will disappear (feedback of result and institutions). Thus, institutions are well modeled as games.

Institutions may change as equilibrium of certain games. When institutions is long-run, then the games have a stable equilibrium. When defined set of mutual best responses becomes universal for all participants and saved for a long time, it becomes an constituent element of the institute. Best institutions created not as agreements, and random or historical method that proved to be effective.

Institutions create conditions for the mechanism of transformation of social preferences [Kobets, 2013].

Society is interested in creating institutions that are self-regulated, that can work satisfactorily without a leader.

Mechanism of participants' interaction is necessary for coordination of results and social goals. Mechanism transforms the individual decisions in the social outcome by the rules.

Result depends on the level of interaction between participants (efforts coordination or conflict of interest) by the methods of game theory. Multiple repeated interactions adapt strategies of individuals and society norms to equilibrium state. Market agents are adaptive, since they have the intelligence ability to take into account relevant information that can change their behavior.

Adaptation process is reproduced by means of computer simulation, which does not allow obtaining general conclusions, but may indicate the presence of unique conclusions [Bowles et al., 2003].

The evolution of the society (social preferences) during adaptation of people strategies determines the dynamics of society behavior. Evolution forms the retrospective type of behavior that is confirmed to be effective in the past period. Changing the direction or speed of evolution can be caused by: accidents, replication (reproduction of successful strategies) , initial conditions (history) system. The evolution of institutions is an example of non-cooperative interaction with a common interest.

During evolution process the system reaches single or multiple equilibriums. If equilibrium is multiple, the system can drift from one equilibrium to another one, forming punctuated equilibriums, under the influence of exogenous factors (intentional or unintentionally suboptimal responses, chance, history, innovation). When exists multiple equilibrium, then evolutionary stable strategies are those in which the equilibrium in this system remains a longer period of time.

Distinguishing features of the evolutionary approach:

1.*modeling accidents*: behavioral innovations that are not the best response, difference between the actual and expected results.

Minor unlikely event often has a significant impact on long-run outcome through positive feedback. Random events influence the direction, not only on the rate of evolutionary change.

2.*differential replication* (selection) sets the direction of the evolutionary process. Replication is a copying and dissemination of

behavioral characteristics of individuals and society, while competing rules, beliefs and preferences disappear (Table 2).

Table 2. *Types of differential replication*

Replicator	Selection level	
	Individual	Group
Studied behavior	Social learning : conformism , the best response , consolidating training	Copying behavior of these successful groups, absorption of unsuccessful groups

Payments measure of reproductive success of individual types (adjustment). Differential adjustment is a rate at which individuals change their behavior to the new one. Reasons of differential copying : i) conformity - such behavior adopted in this environment; ii) consolidating training - in the past this behavior yielded greater gains; iii) updating the best reaction - maximizes the expected gain under given expectations of individuals in relation to other participants. The process of changing individual type to another one is called cultural sign that is acquired rather than succeeded.

The subject of replication can be types of firms, which are the participants of market interaction. This approach is new, because such types were considered for biology competition, rather than economic competition.

3.nonequilibrium state describes the parameters of the system when take place leaving or failure in reaching of steady state by economical system. It shows the coexistence of different types of participants.

Paper **goal** is to investigate which social preferences of market participants are evolutionary stable strategies under Cournot competition on homogeneous market product.

General model of firms' social preferences under Cournot competition

Consider n firms that produce homogeneous product and compete in quantity in the market (Cournot model). Each of the firms may have next attitude to the rivals:

$$1.\text{selfish } (\alpha=0): \pi_i = P \cdot q_i - v_i \cdot q_i \xrightarrow{q_i \geq 0} \max ;$$

$$2.\text{altruistic } (\alpha>0) \pi_i = P \cdot q_i - v_i \cdot q_i + \alpha_i \cdot \sum_{j \neq i} \pi_j \xrightarrow{q_i \geq 0} \max$$

;

$$3.\text{punishing } (\alpha<0)$$

$$\pi_i = P \cdot q_i - v_i \cdot q_i + \alpha_i \cdot \sum_{j \neq i} \pi_j \xrightarrow{q_i \geq 0} \max .$$

Selfish acts only in own interests, e.g. firms only maximizes own profits, *Altruist* values own profits and profits of its competitors; *punisher* punishes the rest of the firms that make profit, despite the fact that he can suffer losses (in particular, he can only punishes egoists).

At the initial time there is a distribution between these three types of attitudes to competitors. Each of the firms at the initial time has a type: the level of costs v_i (unchanged throughout the interaction) and attitude to rivals α_i (random distributed, which may change during the inter action).

Model task is to investigate which social preferences are evolutionarily stable strategies of firms in a Cournot competitive market

So the question is which attitude to the competitors will be stable to the changes during repeated interaction (repeated games) between participants in this model.

Model assumptions:

- among all firms take place quantitative competition (Cournot competition), the number of firms in the market is n ;
- market demand and the cost of competitors is *common* knowledge, e.g. information about these figures symmetrically distributed among all firms;
- demand function is linear on product;
- goal of each firm is to maximize own objective function subject to its attitude to competitors (egoistic, altruistic, punitive);
- product of firms is homogeneous;
- economies of scale is constant.

Each firm determines its optimal output according to its function response

Then firm compares own profit with average one across the industry. If its profit higher than the industry average one, the firm does not change its type, but increases the level of its attitude to the rivals: for example, level of altruism or level of punishment (e.g., 0.05). The level of selfishness remains unchanged (equal to zero).

If its profit is lower than the industry average, the firm compares its profit with an average across each group of participants (egoists, altruists, punishers). Firm will changes its type on the type of such group, where the average profit is largest among all.

Evolutional Stable Strategy Modeling for Firms' Social Preferences under Cournot Competition for Duopoly

Consider the case of interaction between two firms $n=2$. From formulas (1) and (2) we obtain next results:

$$q_1 = \frac{(1-\alpha_1) \cdot b - 2 \cdot v_1 + (1+\alpha_1) \cdot v_2}{c \cdot [4 - (\alpha_1 + 1) \cdot (\alpha_2 + 1)]}, \quad (3)$$

$$q_2 = \frac{(1-\alpha_2) \cdot b - 2 \cdot v_2 + (1+\alpha_1) \cdot v_1}{c \cdot [4 - (\alpha_1 + 1) \cdot (\alpha_2 + 1)]};$$

$$Q = \sum_{i=1}^2 q_i = \frac{(1-\alpha_1) \cdot (b - v_2) + (1-\alpha_2) \cdot (b - v_1)}{c \cdot [4 - (\alpha_1 + 1) \cdot (\alpha_2 + 1)]}; \quad (4)$$

$$P = \frac{(1-\alpha_1 \cdot \alpha_2) \cdot b + (1-\alpha_1) \cdot v_2 + (1-\alpha_2) \cdot v_1}{4 - (\alpha_1 + 1) \cdot (\alpha_2 + 1)}; \quad (5)$$

$$\pi_1 = \frac{\alpha_1 \cdot (P - v_2) \cdot q_2 + (P - v_1) \cdot q_1}{1 - \alpha_1 \cdot \alpha_2}, \quad (6)$$

$$\pi_2 = \frac{\alpha_2 \cdot (P - v_1) \cdot q_1 + (P - v_2) \cdot q_2}{1 - \alpha_1 \cdot \alpha_2}.$$

As output parameters take: $b = 100$, $c = 1$, $v_1 = 2$, $v_2 = 3$.

In this interaction model will hold two basic assumptions:

•Firms act rationally under quantitative competition, following their response functions (9).

•Firms adapt to such social interaction (firm forms such attitude to competitor) that give more profits. This social interaction can be represented by the following algorithm:

$$\begin{aligned} &\text{If } \pi_1 \geq \pi_2, \\ &\text{then If } \alpha_1 \geq \alpha_2, \\ &\text{then } \alpha_1 := \alpha_1 + 0.05 \text{ else } \alpha_1 := \alpha_1 - 0.05 \\ &\text{else If } \alpha_1 < \alpha_2, \\ &\text{then } \alpha_1 := \alpha_1 + 0.05 \text{ else } \alpha_1 := \alpha_1 - 0.05. \end{aligned} \tag{7}$$

This algorithm shows that if the first firm's profit is higher than the second one, and attitude of first firm is better to her rival, then attitude of the 1st firm to the 2nd will be improved and vice versa . If attitude of larger profit firm to rival is worse, it will further deteriorate and vice versa.

Each firm may be an egoist, altruist or punisher.

Case 1. Consider the situation where both participants are egoist: $\alpha_1 = \alpha_2 = 0$, and their behavior is described by algorithm (7). In this case, the dynamics of their social preferences and profits shown in Fig. 2 and Fig. 3, respectively. We obtain that under quantitative competition egoists become punishers, which will reduce their profits. In this case, firm's profit with higher average cost (AC) will substantially decrease.

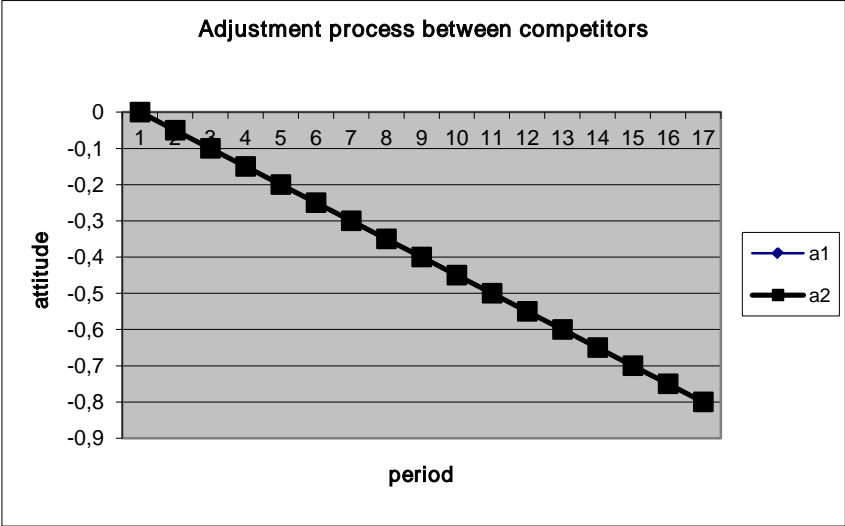


Fig. 2. Decreasing dynamics of social preferences of firms-egoists:
 $\alpha_1 = \alpha_2 = 0$

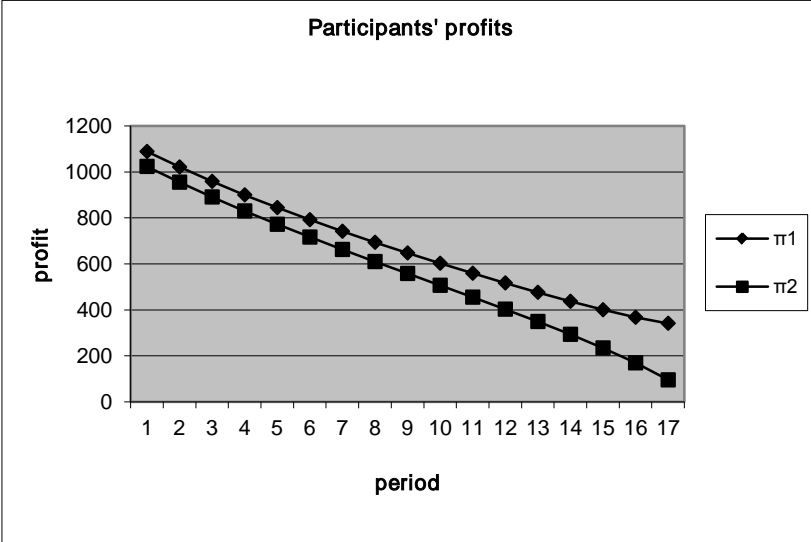


Fig. 3. Decreasing dynamics of firms-egoists' profits due appropriate changes in their social preferences

Case 2a. Consider situation where both participants are altruists and firm with lower costs is more altruist: $\alpha_1 = 0,2$, $\alpha_2 = 0,1$, their behavior is described by the same algorithm (7). In this case, the dynamics of their social preferences and profits shown in Fig. 4 and Fig. 5, respectively. We get altruists under quantitative competition remain altruistic, what leading to a simultaneous increasing their profits. Firm with lower average costs will have greater profit.

Case 2b. Consider the situation where both participants are altruists and firm with lower costs is less altruist: $\alpha_1 = 0,01$, $\alpha_2 = 0,1$, their behavior is described by the same algorithm (7). In this case dynamics of their social preferences and profits shown in Fig. 6 and Fig. 7 , respectively. In such case altruists under quantitative competition become punishers, what leading to a drop in their profits. Firm with higher average costs will have less profit.

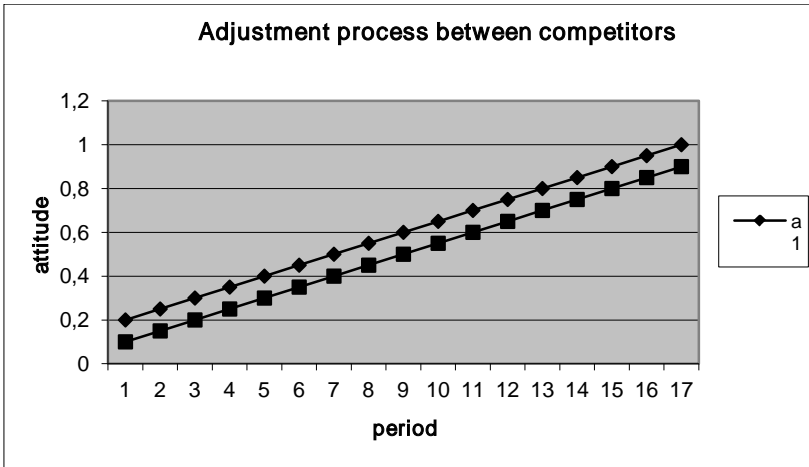


Fig. 4. Increasing dynamics of social preferences of firms-altruists (if firm with lower costs is more altruist: $\alpha_1 = 0,2$, $\alpha_2 = 0,1$)

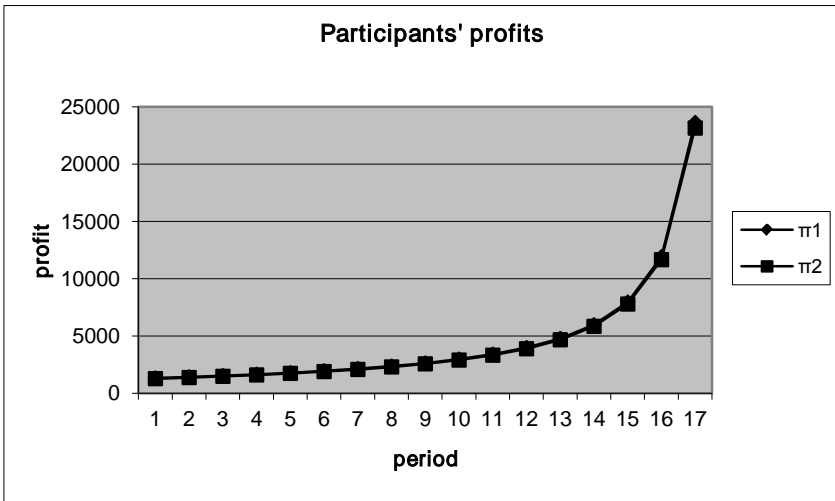


Fig. 5. Increasing dynamics of firms-altruists' profits (if the firm with lower costs is more altruist: $\alpha_1 = 0,2$, $\alpha_2 = 0,1$)

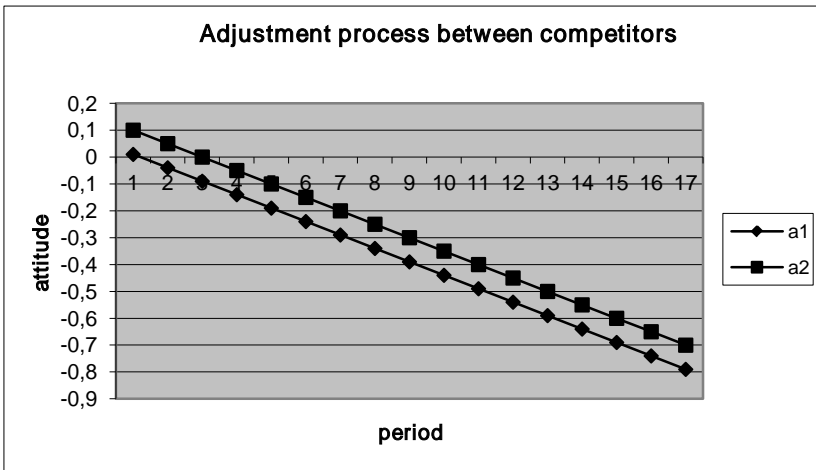


Fig. 6. Decreasing dynamics of social preferences of firms-altruists (if the firm with lower costs is less altruist: $\alpha_1 = 0,01$, $\alpha_2 = 0,1$)

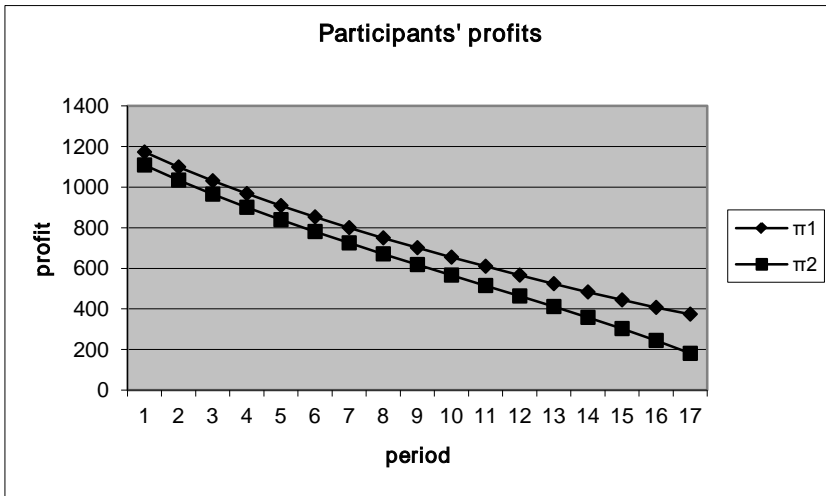


Fig. 7. Decreasing dynamics of firms-altruists' profits (if the firm with lower costs is less altruist: $\alpha_1 = 0,01$, $\alpha_2 = 0,1$)

Similarly, by the means of experiment we determine that attitude dynamics of firms-punishers and attitude dynamics of different types' rivals. Results of the experiments presented in Table 3.

Table 3. Attitude changes between competitors under duopoly

<i>Attitudes (social preferences)</i>	Egoist	Altruist	Punisher
Egoist	Punisher (profits decreasing)	If AC of egoists is higher, then <u>Altruists</u> (profits increasing) and vice versa	If AC of egoists is higher, then <u>Punishers</u> (profits decreasing) and vice versa
Altruist	If AC of altruist is higher, then <u>Punishers</u> (profits decreasing) and vice versa	If firm with lower AC is higher altruist, then <u>Altruists</u> (profits increasing) If firm with lower AC is smaller	If AC of altruist is higher, then <u>Punishers</u> (profits decreasing) and vice versa

		altruist, then Punishers (profits decreasing)	
Punisher	If AC of punisher is higher, then Altruists (profits increasing) and vice versa	If AC of punisher is higher, then <u>Altruists</u> (profits increasing) and vice versa	If firm with lower AC is smaller punisher, then Altruists (profits increasing) If firm with lower AC is higher punisher, then Punishers (profits decreasing)

Competitors under such adaptive behavior in 44 % will become altruist and will become punisher in 56%.

Conclusions

So we got that attitude «selfishness» is not an evolutionary stable strategy (ESS). Firms-egoists under competition with another firm’s social preferences will be converted to either punisher, or to altruist, depending on what type of firm has more productive efficiency (e.g., lower average cost). If only selfish firms compete with each other, they become punishers.

Attitude of «altruism» is evolutionarily stable strategy (ESS) if altruists have higher productive efficiency (e.g., lower average costs) under competition with selfish firms. If a firm with lower costs is more altruist, when competition between firms leaves them altruists, and their attitude to each other is improving. But if a firm with less average cost is less altruist, then two eventually transformed into punishers.

Attitude of «punisher» is also evolutionarily stable strategy (ESS) if punisher has higher productive efficiency (e.g., lower average costs) under competition with altruist. If a firm with lower costs is higher punisher, then competition between punishers do not change their types and their attitudes to each other worse. But if a firm with less average cost is less punisher, two firms become altruists.

The approach of evolutionary game theory shows under what conditions and in what direction will change firms' attitudes. This approach considerably enhances the analysis and prediction of social preferences between firms in the market in comparison with traditional approach of Nash equilibrium.

References

1. Myerson, R. Optimal Coordination Mechanisms in Generalized Principal Agent Problems. *Journal of Mathematical Economics*, vol.10 , p.p. 67-81 (1982).
2. Filatov, I.V. Individualism and holism in social perception. *Modern west philosophy. Dictionary. TON* (1998).
3. McFadden, D. The human side of mechanism design: a tribute to Leo Hurwicz and Jean-Jacque Laffont. *Rev. Econ. Design* , vol. 13, p.p.77–100 (2009).
4. Bowles, S. *Microeconomics: Behavior, Institutions, and Evolution*. Princeton University Press, Princeton and Oxford (2004)
5. Samuel Bowles, Jung-Kyoo Choi, Astrid Hopfensitz. The co-evolution of individual behaviors and social institutions. *Journal of Theoretical Biology*, vol. 223, p.p. 135-147 (2003).
6. Smith, V.L. *Game Theory and Experimental Economics: Beginnings and Early Influences*. Duke University Press (1992).
7. Kobets V. Mechanism Design for Foreign Producers of Unique Homogeneity Product. In: Ermolayev, V. et al. (eds.) *Proc. 9-th Int. Conf. ICTERI 2013, Kherson, Ukraine, June 19-22, 2013*, CEUR-WS.org/Vol-1000, ISSN 1613-0073, P.116-125, online CEUR-WS.org/Vol-1000/ICTERI-2013-CEUR-WS-Volume.pdf.

2.8. НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ОЦІНКИ ПРОДОВОЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ

Анотація. Удосконалено науково-методичні основи оцінки продовольчої безпеки. За допомогою факторного аналізу визначено показники вагомості індикаторів продовольчої безпеки. Розраховано значення інтегрального індексу продовольчої безпеки України.

В умовах стрімкої глобалізації та поглиблення світової продовольчої кризи стратегічно важливою і однією з основних умов збереження економічної стабільності, соціальної стійкості та суверенітету кожної держави є забезпечення її продовольчої безпеки. Особлива роль в реалізації даного завдання належить системі комплексної оцінки продовольчої безпеки, яка покликана забезпечити об'єктивність, всебічність та обґрунтованість виміру рівня продовольчої безпеки, ефективність управлінських рішень, що приймаються на її основі та можливість формування своєчасного і адекватного зовнішнім та внутрішнім викликам регуляторного впливу.

На сьогоднішній день не тільки в Україні, але й у світі, відсутня досконала методика комплексної оцінки продовольчої безпеки, що перешкоджає своєчасному виявленню потенційних загроз продовольчій безпеці та розробці механізмів протидії цим загрозам, визначенню пріоритетів у регулюванні, оцінці ефекту від вкладених державних та міжнародних інвестицій.

Очевидною є необхідність удосконалення та обґрунтування науково-методичних засад комплексної оцінки продовольчої безпеки, а також економічної інтерпретації отриманих результатів з метою врахування їх при розробці державних програм та стратегій соціально-економічного розвитку країни.

Оскільки продовольча безпека є системною категорією, стан якої формується в результаті взаємодії значної кількості показників, тому при її оцінці, на нашу думку, необхідно враховувати їх комплексний взаємовплив. Тому ми

пропонуємо оцінити продовольчу безпеку за допомогою інтегрального індексу продовольчої безпеки розрахованого на основі узагальненої системи індикаторів.

Використання інтегрального індексу дасть можливість, проаналізувавши усі підсистеми продовольчої безпеки, перейти від множини показників та індикаторів до одного максимально інформативного узагальнюючого індексу, який вказує на відповідний рівень безпеки чи небезпеки та придатний для аналізу і прийняття на його основі державних управлінських рішень.

Враховуючи те, що національна продовольча безпека є складною соціально-економічною системою із структурованою множиною взаємопов'язаних показників, ми пропонуємо для її оцінювання поетапну ієрархічну схему розрахунку інтегрального індексу продовольчої безпеки.

На першому рівні ми пропонуємо провести вибір *показників продовольчої безпеки*, здійснити їх диференціацію на стимулятори та дестимулятори в залежності від здійснюваного впливу на інтегральний індикатор, обрати адекватний спосіб нормалізації та провести нормалізацію показників.

Другий рівень передбачає розрахунок *узагальнюючих індикаторів*, які характеризують кожну з підсистем продовольчої безпеки. З цією метою пропонуємо згрупувати розраховані показники продовольчої безпеки у відповідні блоки індикаторів, визначитися з методом розрахунку вагових коефіцієнтів показників у блоках індикаторів та розрахувати їх, обрати спосіб розрахунку узагальнюючих індикаторів та розрахувати їх.

На третьому рівні здійснюємо кінцевий розрахунок *інтегрального індексу продовольчої безпеки* на основі узагальнюючих індикаторів. Попередньо знаходимо вагу впливу кожного з індикаторів на інтегральний індекс продовольчої безпеки та враховуємо її при розрахунку інтегрального індексу.

На відміну від існуючих методологій оцінки продовольчої безпеки, запропонована ієрархічна схема передбачає проміжний етап – розрахунок узагальнюючих індикаторів, що дозволяє уникнути надмірного інформативного обтяження

інтегрального індексу та виділити вклад кожного з блоків, а також дає можливість забезпечити методологічну єдність побудови показників та індикаторів продовольчої безпеки, їх співставність у динаміці та зваженість відповідно до здійснюваного впливу.

Відповідно до ієрархічної схеми оцінки продовольчої безпеки першим етапом оцінювання виступає формування множини показників виходячи із встановлених вимог до показників:

- всебічність, об'єктивність, змістовність кількісної характеристики продовольчої безпеки;
- придатність для щорічних розрахунків, статистична доступність;
- відсутність високої кореляції між окремими показниками;
- однозначність трактування щодо впливу на продовольчу безпеку.

Для оцінки продовольчої безпеки України було обрано шістнадцять показників, які дають можливість комплексно охарактеризувати існуючий стан продовольчої безпеки.

На відміну від існуючих підходів, запропоновано розширити множину показників продовольчої безпеки наступними показниками:

- *індекс волатильності продовольчих цін* - характеризує тенденцію зміни внутрішніх цін на продовольство. Методичний інструментарій для розрахунку пропонується використати з врахуванням міжнародної методики ФАО, що, в частині оцінки цінової нестабільності, на даний час не враховується в Україні;

- *продукція сільського господарства, вирощена у підсобних господарствах*, врахування цього показника дає можливість більш повно врахувати обсяги виробництва продовольства, а отже і розкрити фізичну доступність продовольства;

- *індекс покриття* – оцінює ефективність зовнішньоторговельної діяльності країни в продовольчій сфері, характеризуючи використання агропродовольчого потенціалу та відповідний рівень продовольчої незалежності;

▪ *кількість підприємств сертифікованих за стандартами якості* - на відміну від існуючої практики дозволяє врахувати існуючі в країні передумови дотримання якості та безпечності продукції та можливості збільшення експорту.

Обрані показники продовольчої безпеки дають можливість: по-перше, всебічно та об'єктивно дослідити фактичний стан продовольчої безпеки; по-друге, проводити моніторинг якісних та кількісних змін у всіх підсистемах продовольчої безпеки; по-третє своєчасно виявляти несприятливі тенденції та потенційні загрози.

Інформаційною базою для розрахунку показників продовольчої безпеки України виступили дані Державного комітету статистики України, Міністерства аграрної політики та продовольства України, Державного агентства резерву України, ДП «Укрметртестстандарт», дані Продовольчої та сільськогосподарської організація ООН.

При визначенні структури системи продовольчої безпеки було проведено її послідовну декомпозицію та виділено основні підсистеми. Крім загальновідомих підсистем достатності, доступності, незалежності та якості нами запропоновано виділити підсистему *стійкості*. Крім того вважаємо за необхідне підсистему доступності розділити на дві окремі підсистеми *фізичної доступності* та *економічної доступності*, а підсистему якості розширити за рахунок показників *безпечності*.

Оскільки кожна з підсистем функціонує, певною мірою, самостійно, а стан продовольчої безпеки залежить від стану кожної з них, то при оцінюванні продовольчої безпеки, вважаємо доцільним виділити блоки індикаторів відповідно до кожної з підсистем та розподілити сформовану множину показників по кожному з блоків індикаторів.

Для забезпечення інформаційної односпрямованості показників продовольчої безпеки здійснюємо їх поділ на стимулятори та дестимулятори, який пізніше враховуємо при нормалізації кожного з них. Основою диференціації показників обрано характер їхнього впливу на стан продовольчої безпеки. Більшість показників продовольчої безпеки є стимуляторами,

оскільки зростання їх значень призводить до покращення стану продовольчої безпеки. Дестимуляторами виступають: індекс волатильності, індекс витрат, індекс бідності, індекс імпортозалежності, частка продукції забракованої органами контролю в загальній кількості проінспектованої, оскільки їх зростання призводить до погіршення стану продовольчої безпеки.

Оскільки, виокремленні нами показники продовольчої безпеки характеризують різні підсистеми продовольчої безпеки і, відповідно, є неоднорідними величинами з різною розмірністю, то необхідною умовою розрахунку інтегрального індексу є попередня їх нормалізація.

Головним завданням нормалізації є приведення показників продовольчої безпеки ознакової множини x_{ij} до безвимірних величин z_{ij} ($i = \overline{1, n}$, де n – кількість статистичних спостережень; $j = \overline{1, m}$, де m – кількість досліджуваних ознак), які задовольняють умови збереження зв'язків між показниками, забезпечують їх порівнянність та співставність.

Проаналізувавши найпоширеніші способи нормалізації, нами було встановлено, що в їх основі лежить порівняння емпіричних значень показників x_{ij} з певною величиною a .

Такою величиною може виступати деяке еталонне значення показника, його максимальне, мінімальне чи середнє значення.

З метою вибору адекватного способу нормалізації показників продовольчої безпеки для розрахунку інтегрального індексу продовольчої безпеки проведено дослідження особливостей застосування різних способів нормалізації (представлені у табл. 1) та можливості їх використання для нормалізації показників продовольчої безпеки.

Виходячи з соціально-економічного змісту та статистичної природи показників продовольчої безпеки для їх нормалізації нами обрано спосіб нормалізації за розмахом варіації.

До переваг способу нормалізації за варіацією, які

забезпечують його придатність та адекватність до показників продовольчої безпеки відносно: можливість застосування для неоднорідних сукупностей; використання не одного визначеного значення показника (як у способах нормалізації за відношенням), а двох: мінімального і максимального; формування діапазону зміни нормалізованих значень від 0 до 1, що дає можливість ефективно використовувати нормалізовані показники при побудові інтегральних індикаторів.

Таблиця 1 – Основні способи нормалізації показників [1;2]

№ з/п	Спосіб нормалізації	Формула для розрахунку	
		для показників стимуляторів	для показників дестимуляторів
1	порівняння на основі відношення $\frac{x_{ij}}{a}$		
1.1	Нормалізація за еталоном	$z_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_{je}}$	$z_{ij} = \frac{x_{je}}{x_{ij}}$
1.2	Нормалізація за максимальним	$z_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_{\max}}$	$z_{ij} = \frac{x_{j\max}}{x_{ij}}$
1.3	Нормалізація за мінімальним	$z_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_{j\min}}$	$z_{ij} = \frac{x_{j\min}}{x_{ij}}$
1.4	Нормалізація за середнім	$z_{ij} = \frac{x_{ij}}{\bar{x}_j}$	$z_{ij} = \frac{\bar{x}_j}{x_{ij}}$
2	порівняння на основі відхилення $\frac{x_{ij} - a}{q}$		
2.1	Нормалізація за стандартним відхиленням	$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{\sigma_j}$	$z_{ij} = \frac{\bar{x}_j - x_{ij}}{\sigma_j}$
2.2	Нормалізація за варіацією	$z_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{j\min}}{x_{j\max} - x_{j\min}}$	$z_{ij} = \frac{x_{j\max} - x_{ij}}{x_{j\max} - x_{j\min}}$

Основним недоліком обраного способу є залежність нормалізованих значень від розмаху варіації показників, яка

може змінюватись з періодами. Проте, базуючись на аналізі динаміки показників продовольчої безпеки і тенденціях розвитку вітчизняної економіки можемо припустити, що розмах варіації цих показників протягом найближчих декількох років залишиться незмінним, тобто зазначений недолік не вплине суттєво на результати інтегрального оцінювання.

Другий рівень запропонованої нами ієрархічної схеми оцінювання інтегрального індексу продовольчої безпеки пов'язаний з побудовою узагальнюючих індикаторів. У зв'язку з тим, що показники продовольчої безпеки є нерівнозначними і мають різну силу впливу на інтегральний індекс, запропоновано розрахувати вагу кожного показника всередині блоку індикаторів.

Визначено, що найпоширеніші методи розрахунку ваги показників базуються на: коефіцієнтах парної кореляції, результатах експертних оцінок, факторних навантаженнях.

Розрахунок ваг показників з використанням коефіцієнтів парної кореляції здійснюється за формулою [2,14]:

$$W_j = \frac{\sum_{i=1}^m r_{ij}}{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^m r_{ij}}, \quad (1)$$

де W_j – вага j -го показника; r_{ij} – коефіцієнт кореляції між i -м та j -м показниками.

До переваг даного методу відносимо простоту розрахунків та змістовну ясність. Основним недоліком використання даного методу вважаємо можливість отримання невіправдано високого значення ваги показників, які мають щільний зв'язок з іншими показниками. При цьому показник, що характеризує важливу складову продовольчої безпеки, але не має щільного зв'язку з іншими показниками, може отримати занижену вагу.

Метод експертних оцінок базується на результатах опитування спеціально відібраної групи експертів. Необхідною умовою ефективного застосування даного методу є достатня обізнаність експертів з досліджуваної проблеми, високий

професійний рівень та практичний досвід. Основні недоліки даного методу пов'язуємо з наявністю високого рівня суб'єктивізму у відповідях експертів, складністю формування відповідних фахових експертних груп та можливістю неоднозначних трактувань їх результатів.

Більш прийнятним для розрахунку вагових коефіцієнтів показників продовольчої безпеки вважаємо метод, який ґрунтується на факторних навантаженнях. При цьому оцінки ваг здійснюються із врахуванням латентних факторів, що поєднують у собі показники продовольчої безпеки.

Виходячи із основ факторного аналізу, загальною причиною взаємозв'язку між корелюючими показниками виступають фактори. Фактором називається латентна (прихована) змінна, що обумовлює кореляції між показниками [3,149]. Факторні навантаження є коефіцієнтами кореляції аналізованих показників із кожним з виділених факторів. Врахування факторних навантажень при розрахунку ваг дає можливість оцінити вклад того чи іншого показника при формуванні латентного фактору та дозволяє, зваживши його на відповідну частку дисперсії фактора, розрахувати відповідні вагові коефіцієнти.

Розрахунок ваг показників продовольчої безпеки ми пропонуємо проводити в наступній послідовності:

1 етап - формування кореляційних матриць;

2 етап - розрахунок факторних навантажень та власних значень;

3 етап - розрахунок ваг.

Формування кореляційних матриць. Виходячи з неоднорідності показників продовольчої безпеки, математичною основою розрахунку ваг виступає кореляційна матриця R розміром $t \times t$ з одиницями на головній діагоналі. Недіагональні елементи матриці представлені коефіцієнтами кореляції r_{ij} , які оцінюють тісноту зв'язку між показниками x_i і x_j , зумовленого дією спільних причин їхньої варіації. Оскільки $r_{ij} = r_{ji}$, то матриця R симетрична.

Розрахунки кореляційних матриць показників продовольчої безпеки здійснено в інтегрованій системі обробки даних Statistica 6.0 модуля Basic Statistics and Tables за процедурою Correlation matrices.

Кореляційні матриці демонструють структуру взаємозв'язків між показниками продовольчої безпеки всередині кожного блоку індикаторів (достатності, стійкості, фізичної доступності, економічної доступності, незалежності, якості та безпечності).

Кореляційна матриця
показників достатності

$$R = \begin{pmatrix} 1 & 0.99 & -0.38 \\ 0.99 & 1 & -0.33 \\ -0.38 & -0.33 & 1 \end{pmatrix}$$

Кореляційна матриця
показників стійкості

$$R = \begin{pmatrix} 1 & 0.67 & -0.06 \\ 0.67 & 1 & 0.28 \\ -0.06 & 0.28 & 1 \end{pmatrix}$$

Розраховані коефіцієнти кореляції показників достатності вказують на: наявність прямого тісного зв'язку між індексом споживання продуктів харчування та індексом енергетичної цінності (коефіцієнт кореляції близький до одиниці) та слабкий обернений зв'язок між даними показниками та індексом харчової цінності (коефіцієнти кореляції -0,38 та -0,33 відповідно). Показники стійкості продовольчої безпеки менш взаємопов'язані між собою, хоча між індексом виробництва та індексом запасів зерна існує прямий тісний зв'язок (коефіцієнт кореляції 0,67), та між індексом запасів зерна та індексом волатильності зв'язок незначний (коефіцієнт кореляції 0,28), а

Кореляційна матриця
показників фізичної
доступності

$$R = \begin{pmatrix} 1 & -0.9 & -0.82 \\ -0.9 & 1 & 0.69 \\ -0.82 & 0.69 & 1 \end{pmatrix}$$

Кореляційна матриця
показників економічної
доступності

$$R = \begin{pmatrix} 1 & 0.27 & 0.94 \\ 0.27 & 1 & 0.45 \\ 0.94 & 0.45 & 1 \end{pmatrix}$$

між індексом виробництва та індексом волатильності зв'язок відсутній (коефіцієнт кореляції близький до 0).

Аналіз кореляційної матриці показників фізичної доступності вказав на наявність тісного взаємозв'язку між усіма показниками даного індикатора. При цьому кореляційний зв'язок між показником кількості підприємств роздрібною торгівлі з перевагою продовольчого асортименту та іншими показниками обернений. Тісний прямий кореляційний зв'язок спостерігаємо між показниками, які характеризують економічну доступність: індексом витрат та індексом бідності (коефіцієнт кореляції 0,94). Індекс заробітної плати із індексом витрат та індексом бідності пов'язаний незначно (коефіцієнти кореляції 0,27 та 0,45 відповідно).

Кореляційна матриця
стійкості

$$R = \begin{pmatrix} 1 & 0.4 \\ 0.4 & 1 \end{pmatrix}$$

Кореляційна матриця
якості та безпечності

$$R = \begin{pmatrix} 1 & -0.25 \\ -0.25 & 1 \end{pmatrix}$$

Зв'язки між показниками стійкості і якості та безпечності представлені у кореляційних матрицях є не тісними (коефіцієнти кореляції 0,4 та -0,25 відповідно), що вказує на різноаспектність даних показників у характеристиці відповідних індикаторів.

Розрахунок факторних навантажень та власних значень. Основою для розрахунку ваг показників продовольчої безпеки виступає матриця факторних навантажень. Матрицю факторних навантажень зображено у вигляді кореляційної таблиці, де у рядках розміщені показники ($P_1, \dots, P_i, \dots, P_m$), а у стовпцях – фактори ($F_1, \dots, F_j, \dots, F_m$). Елементами таблиці є відповідні факторні навантаження ($a_{11}, \dots, a_{ij}, \dots, a_{mm}$), які представлено у табл. 2.

Факторне навантаження a_{ij} характеризує щільність лінійного зв'язку між показником P_i та фактором F_j та змінюється в межах від -1 до +1. Позитивний знак факторного

навантаження вказує на прямий зв'язок показника із фактором, негативний – на обернений.

Таблиця 2 - Таблиця факторних навантажень

Показники	Фактори				
	F_1	...	F_j	...	F_m
P_1	a_{11}	...	a_{1j}	...	a_{1m}
...
P_i	a_{i1}	...	a_{ij}	...	a_{im}
...
P_m	a_{m1}	...	a_{mj}	...	a_{mm}
Власні значення	λ_1	...	λ_j	...	λ_m
Частка дисперсії, %	σ_1	...	σ_j	...	σ_m

Значення λ_j - це власні значення кореляційної матриці R , які відповідають дисперсії кожного із факторів та характеризують їх значимість. Чим більша величина власного значення відповідного фактора, тим більше він є значимим і тим більшу кількість показників навантажує.

Останній рядок табл. 2 містить частки дисперсій кожного фактору в загальній дисперсії ознак, що розраховуються діленням власного значення відповідного фактору на загальну кількість факторів (тобто кількість ознак).

Розрахунок матриць факторних навантажень показників продовольчої безпеки по кожному із блоків індикаторів здійснено в інтегрованій системі обробки даних Statistica 6.0 модуля Factor Analysis. Інформаційною базою розрахунків були попередньо визначені кореляційні матриці індикаторів продовольчої безпеки.

Для забезпечення повноти висвітлення результатів факторного аналізу встановлено параметри, які передбачають знаходження всіх факторів у блоці індикатора відповідно до

кількості показників (Maximum no of factors) та всіх власних значень кореляційної матриці (Minimum eigenvalue).

Розраховані матриці факторних навантажень, власні значення та частки дисперсій використано при знаходженні ваг показників продовольчої безпеки.

Розрахунок ваг. Невід'ємною складовою оцінки інтегрального індексу продовольчої безпеки є визначення вагових коефіцієнтів, які виступають числовою оцінкою важливості вкладу відповідного показника в узагальнюючий індикатор.

Розрахунок ваг нами запропоновано проводити в наступній послідовності.

1. В кожному рядку матриці факторних навантажень знаходимо максимальне, за абсолютною величиною, значення факторного навантаження:

$$\max_{1 \leq j \leq m} |a_{ij}| = b_{ij_s}, \quad i = \overline{1, m}, \quad (2)$$

де j_s - номер стовпця, в якому знаходиться максимальне значення.

2. Обчислюємо добутки модуля факторного навантаження a_{ij_s} та частки загальної дисперсії, яку він пояснює $\frac{\lambda_{j_s}}{m}$:

$$g_i = b_{ij_s} * \frac{\lambda_{j_s}}{m}, \quad i = \overline{1, m}. \quad (3)$$

3. Знаходимо суми отриманих добутків по всіх факторах:

$$S = \sum_{i=1}^m g_i. \quad (4)$$

4. Розраховуємо вагу кожного показника за формулою:

$$w_i = \frac{g_i}{S}, \quad i = \overline{1, m}. \quad (5)$$

Відповідно до запропонованого методу розрахунку ваг за факторними навантаженнями, обраховані значення ваг показників продовольчої безпеки: знаходяться в межах від 0 до 1, ($0 \leq w_i \leq 1, i = \overline{1, m}$); сума ваг дорівнює 1, ($\sum_{i=1}^m w_i = 1$).

Використання запропонованої послідовності розрахунку ваг дало можливість розрахувати ваги кожного показника у блоці індикаторів продовольчої безпеки України.

Для розрахунку індикаторів продовольчої безпеки, нами проведено узагальнення змісту наявних методик розрахунку інтегральних показників. Найбільш поширеним підходом до побудови залежності між інтегральним і базовими показниками є використання їх згортки. Найчастіше використовуються дві форми згортки: адитивну і мультиплікативну.

Мультиплікативна згортка використовується в основному тоді, коли вихідні показники характеризують відносні величини і має вигляд:

$$I_M = \prod_{j=1}^m z_j w_j, \quad (6)$$

де z_j - нормалізовані значення j -го показника,

w_j - вага j -го показника в інтегральній оцінці.

Недоліком застосування мультиплікативної згортки є те, що вона є надто чутливою до низьких значень показників: близьке до нуля значення одного з них фактично може нівелювати вплив інших. Крім того, у разі нульового значення хоча б одного з показників, інтегральний показник дорівнює нулю.

Адитивна згортка є більш поширеною і використовується за умови, що кожен показник лінійно і адитивно впливає на інтегральний і має вигляд:

$$I_A = \sum_{j=1}^m w_j z_j, \quad (7)$$

Особливістю адитивної згортки є те, що при її використанні, в основному, застосовується нормалізація значень показників саме за розмахом варіації, оскільки тоді значення інтегрального показника знаходяться в межах від 0 до 1.

Виходячи із умов та особливостей застосування адитивної згортки, для розрахунку узагальнюючих індикаторів продовольчої безпеки та інтегрального індексу продовольчої безпеки нами обрано саме адитивну згортку.

Розрахунок узагальнюючих індикаторів продовольчої безпеки здійснено за формулою 7 на основі нормалізованих значень показників продовольчої безпеки з врахуванням попередньо визначених вагових коефіцієнтів індикаторів. Результати розрахунку індикаторів продовольчої безпеки представлені у табл. 3.

Проведений аналіз розрахунку індикаторів продовольчої безпеки продемонстрував підвищення усіх їх значень протягом 2008-2010 рр. Найбільшого зростання набули індикатори достатності, економічної доступності та стійкості збільшивши свої значенні від 0,055; 0,052; 0,011 до 0,870; 0,908; 0,842 відповідно.

Таблиця 3– Результати розрахунку індикаторів продовольчої безпеки

Роки	Значення індикаторів продовольчої безпеки					
	Достатність	Стійкість	Фізична доступність	Економічна доступність	Незалежність	Якість
2000	0,055	0,011	0,356	0,052	0,385	0,107
2001	0,176	0,169	0,362	0,188	0,599	0,131
2002	0,387	0,181	0,418	0,252	0,511	0,384
2003	0,452	0,390	0,422	0,290	0,717	0,048
2004	0,529	0,560	0,532	0,415	0,821	0,315
2005	0,703	0,444	0,681	0,484	0,554	0,262
2006	0,709	0,414	0,652	0,604	0,350	0,622
2007	0,742	0,466	0,529	0,844	0,485	0,683
2008	0,907	0,661	0,616	0,921	0,165	0,797
2009	0,788	0,620	0,553	0,837	0,480	0,737
2010	0,771	0,659	0,521	0,851	0,410	0,566
2011	0,824	0,786	0,658	0,857	0,617	0,605
2012	0,870	0,842	0,591	0,908	0,626	0,519

Найменший приріст спостерігався індикаторів фізичної доступності та незалежності. Незважаючи на загальну

тенденцію до зростання значень індикаторів, досить небезпечними є різкі перепади їх значень. Найбільші коливання спостерігаються для індикаторів незалежності, а також якості та безпечності.

Третій заключний рівень оцінювання продовольчої безпеки передбачає безпосередній розрахунок інтегрального індексу продовольчої безпеки.

Оскільки кожен з індикаторів продовольчої безпеки має різну силу впливу на інтегральний індекс продовольчої безпеки, розраховуємо вагові коефіцієнти індикаторів відповідно до попередньо обґрунтованої методологічних засад розрахунку ваг.

Результати розрахунку ваг індикаторів у інтегральному індексі продовольчої безпеки представлені у табл. 4.

Таблиця 4 – Матриця факторних індикаторів продовольчої безпеки

Індикатори	Фактори					
	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5	F_6
Індикатор достатності	0,982	-0,108	-0,031	0,039	0,130	0,068
Індикатор стійкості	0,889	-0,386	0,140	0,168	-0,107	0,035
Індикатор фізичної доступності	0,852	-0,139	-0,500	-0,056	-0,034	-0,028
Індикатор економічної доступності	0,972	-0,004	0,203	0,045	0,045	-0,104
Індикатор незалежності	-0,306	-0,936	0,081	-0,154	0,018	-0,009
Індикатор якості та безпечності	0,892	0,320	0,180	-0,258	-0,050	0,027
Власні значення	4,313	1,158	0,351	0,126	0,034	0,018
Частка дисперсії, %	71,887	19,300	5,851	2,092	0,566	0,303

Аналіз щільності взаємозв'язків між індикаторами дає підстави зробити висновок про наявність двох першопричини формування їх варіації. Максимальні за абсолютною величиною факторні навантаження індикаторів відповідають першому та другому факторам, які разом пояснюють 91,19% загальної дисперсії. До першого фактора, який описує 71,89% загальної дисперсії, увійшли наступні індикатори: достатності, стійкості, фізичної доступності, економічної доступності, якості та безпечності (факторні навантаження яких 0,982; 0,889; 0,852; 0,971; 0,892 відповідно).

Другий фактор пояснює 19,3% сумарної варіації та навантажує лише індикатор незалежності, факторне навантаження якого становить -0,936 та вказує на обернений зв'язок з фактором. Перемноживши максимальне факторне навантаження кожного індикатора на власне значення фактора, який його пояснює, отримуємо індивідуальні добутки: 0,706; 0,639; 0,612; 0,699; 0,180; 0,641. Частка індивідуальних добутків та їх суми дають можливість розрахувати вагові коефіцієнти індикаторів:

- індикатор достатності – 0,203;
- індикатор стійкості – 0,184;
- індикатор фізичної доступності – 0,176;
- індикатор економічної доступності – 0,201;
- індикатор незалежності – 0,052;
- індикатор якості та безпечності – 0,184.

В результаті проведених розрахунків найбільшу вагу отримали індикатори достатності та економічної доступності, індикатори стійкості, фізичної доступності, якості та безпечності - меншу, найменшу вагу отримав індикатор незалежності.

Достовірність та обґрунтованість отриманих ваг індикаторів продовольчої безпеки підтверджує і економічна сутність самих індикаторів, очевидним є те, що першоважливим для кожної людини є споживання продуктів харчування (що виражене індикатором достатності), яке підтвержене платоспроможністю (виражена індикатором економічної доступності). Наступним по важливості є наявність резервів продовольства, розвинена інфраструктура

доступу до продовольства та її якість та безпечність. Менш важливим, на рівні індивіда є джерела надходження продовольства: вітчизняні чи імпорتنі про що свідчить отримана найменша вага індикатора, в той час як для продовольчої безпеки на рівні держави цей індикатор є одним із найважливіших.

Зваживши розраховані значення індикаторів продовольчої безпеки на відповідні їм вагові коефіцієнти і використавши адитивну згортку, нами було розраховано інтегральний індекс продовольчої безпеки України. Динаміка інтегрального індексу продовольчої безпеки протягом 2000-2012 рр. зображена на рис.1.

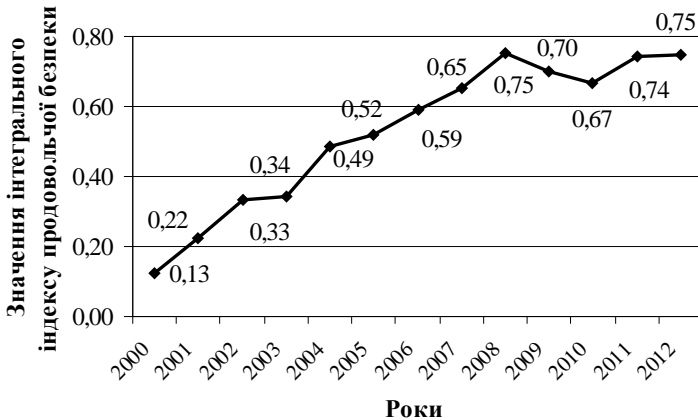


Рисунок 1 – Динаміка інтегрального індексу продовольчої безпеки України

Аналіз динаміки інтегрального індексу продовольчої безпеки України вказує на те, що протягом 2000-2008 років спостерігалася тенденція збільшення інтегрального індексу. Натомість у 2008-2009 роках відбулося його падіння, що, в більшій мірі, було зумовлене впливом світової фінансової і економічної кризи та її поширенням в Україні. Лише у 2012 р. стан продовольчої безпеки відновив рівень 2008 р.

Запропоновані нами науково-методичні засади дозволяють здійснювати комплексну та кількісну оцінку рівня

продовольчої безпеки України, яка має бути покладена в основу державної агропродовольчої політики та програм соціально-економічного розвитку країни.

Список використаної літератури

1. Плюта В. Сравнительный многомерный анализ в экономических исследованиях: Пер.с польск. В.В.Иванова.- М.: Финансы и статистика, 1989.-174 с.
2. Макарова О.В., Гладун О.М. Регіональний індекс людського розвитку: причини та напрями вдосконалення методики розрахунку// Статистика України. – 2012. – № 1. – С. 10–16.
3. Єріна А. М. Статистичне моделювання та прогнозування: Навч. посібник. — К.: КНЕУ, 2001. — 170 с.

2.9. СТАБІЛІЗАЦІЯ ЦІН НА РОЗДРІБНОМУ РИНКУ НАФТОПРОДУКТІВ УКРАЇНИ

Стабільність ринку нафтопродуктів є одним з домінантних факторів будь-якої національної економіки в сучасному світі, зокрема і України. Глобальні або локальні конфлікти як наслідок тягнуть за собою суттєву дестабілізацію ринку нафтопродуктів, яка виражається у критичному дефіциті пропозиції на цьому ринку. Наслідки такої дестабілізації можуть мати фатальні наслідки, аж до загрози існування держави. Єдиним засобом для подолання вказаної загрози є наявність стратегічного запасу палива, за оцінками експертів має складати розмір якого має вистачити на 90 днів.

Проте стабільності ринку нафтопродуктів можуть загрожувати інші чинники, такі як стрибки світових цін на нафту, різкі коливання валютних курсів та інші фактори. Такі явища теж дестабілізують ринок нафтопродуктів України, що в першу чергу виявляє себе в різких змінах роздрібних цін на нафтопродукти. І хоча такого роду дестабілізація ринку нафтопродуктів не несе пряму загрозу безпеці держави, однак вона породжує прямі втрати для суспільства в цілому, як для держави, так і для її громадян, тому виникає задача стабілізації ринку нафтопродуктів. Присутність значної кількості економічних суб'єктів на сучасному ринку нафтопродуктів України, тобто олігополістичний ринок, де конкуренція між учасниками йде далеко не завжди за правилами вільної конкуренції та суттєва інтегрованість економіки України в світову економіку визначально впливають на поведінку цін нафтопродуктів. Проведені за останні роки дослідження [3,4,5,6] чітко вказали на суттєву нестационарність поведінки цін на нафтопродукти. Проведений в [5] факторний аналіз показав, що основними джерелами збурень рівноваги цього ринку є зовнішні чинники, в першу чергу ціна на сиру нафту на світових біржах та обмінний курс валют. Характер поведінки цін на нафтопродукти в Україні ускладнюється також внаслідок кооперативних дій агентів ринку. Це проявляється в ефекті так званої асиметрії цін, коли при більш-менш значному стрибку значення зовнішнього фактора відбувається швидкий

підйом роздрібної ціни і повільне опускання роздрібної ціни, коли відбувається зниження значення зовнішнього фактора. Це явище притаманне для ринків нафтопродуктів багатьох країн [1]-[5]. Факт наявності асиметрії цін виявлений і на ринку нафтопродуктів України [6]-[7]. Асиметрія цін є негативним явищем на ринку, бо прямим шляхом задає збитків споживачам нафтопродуктів. За оцінками експертів ринку зростання на ціни бензин лише на 1% коштує споживачам 180 млн. грн. Крім того асиметрія цін є дестабілізуючим фактором практично для всіх галузей економіки. Вичерпної відповіді на природу цього явища наразі не існує, проте переважна більшість дослідників [1]-[5] вказує головною причиною змову продавців на ринку.

Звичайно, це потребує уваги та відповідних дій регулюючих органів держави. Прийнята в Україні практика регулювання цін нафтопродуктів викликає в цілому справедливу критику. В першу чергу це пов'язано з неринковими принципами регулювання цін і на наш погляд потребує вдосконалення на базі застосування ринкових методів.

Теорія ігор як методологія описання олігополістичного ринку

Сьогодні близько половини українського ринку, по оцінках його учасників, контролюють імпортери і власники дрібних мереж (до п'яти АЗС). У жовтні 2013 року в Україні налічувалося біля 6 тис. АЗС різних типів і близько 300 нафтобаз, що належать 431 компанії. Основні оператори ринку, на долю яких доводиться біля третини АЗС країни, – «ТНК-ВР» (володіє 51 АЗС, останні 1 230 належать джобберам), «ОККО», WOG, «Лукойл», Shell, Укртатнафта (з 2009 року – Formula) та інші. Існуючі дані про розподіл власності на ринку нафтопродуктів дозволяє дати верхню оцінку індексу Херфіндаля-Хіршмана (ІНН)[6] для українського ринку у розмірі 2 284,84, що говорить про досить високу концентрацію ринку (близько 75%), тобто ринкова влада операторів ринку досить висока. Тенденція зміни структури ринку вказує на наближення до європейської і

набуватиме все більше олігополістичних рис. Відтак всі методики, спрямовані на цінову стабілізацію мають враховувати олігополістичну природу даного ринку.

Теорія олігополістичного ринку широко використовує теорію ігор для моделювання поведінки учасників олігополії. Теорія ігор намагається математично описати стратегію поведінки в ситуації, в якій успішний вибір фірми або людини, яких теорія ігор визначає як гравців, залежить від вибору інших. Є три класичні моделі теорії олігополістичного ринку, які використовують теорію ігор:

1. Олігополії Курно (фірми одночасно обирають обсяг продукції).

2. Олігополії Бертрана (фірми одночасно обирають ціни продукції).

3. Олігополії Штакельберга (фірми діють послідовно).

Проте ці три моделі не можуть бути придатним інструментом для розробки кількісної оцінки функціонування ринку нафтопродуктів, оскільки поведінка гравців значно відрізняється від постулатів згаданих моделей, а про рівновагу на ринку можна говорити тільки в контексті короткочасових діапазонів.

Більш адекватним підходом є застосування моделі диференційної динамічної гри. Розглянемо ринок, на якому існує N можливих фірм, кожна з яких має фіксовану ринкову владу. Фірми приймають рішення динамічно в часі, причому кожна i -та фірма обирає марківську динамічну стратегію ціноутворення,

$$\begin{aligned} p_j &= p(x(t)) \\ x(t) &= (x_1(t), \dots, x_N(t)) \end{aligned} \tag{1}$$

де p_i – ціна i -ї фірми в момент t ; $x_i(t)$ – рівень виробничого запасу i -ї фірми в момент t .

Тоді взаємодія на олігополістичному ринку описується системою стохастичних диференційних рівнянь [18]:

$$dx_i(t) = -D_i p_i(x(t)), \dots, p_N(x(t)) dt + dW_i(t)$$

якщо $x_j > 0; i = 1, \dots, N;$

де $\{dW_i(t)\}_{i=1, \dots, N}$ – скорельований броунівський рух, D_i - очікуваний темп попиту i -ї фірми.

Вирішення цієї задачі надзвичайно складне, не існує гарантованого алгоритму пошуку рівноважної точки в загальному випадку, дуже непросто врахувати реальні обмеження на стратегії гравців. І це при тому, що формулювання задачі досить спрощує реальну ситуацію - тут зовсім не врахована кооперативність гри, частковим випадком кооперації є змова.

Агентна модель ринку нафтопродуктів

Використовуючи агентний підхід можна розробити достатньо просту та адекватну модель, з представлення досліджуваних економічних об'єктів.

Агентно-Орієнтоване Моделювання – спеціальний клас обчислювальних моделей, заснованих на індивідуальному поведженні множини агентів, створених для комп'ютерних симуляцій. Ключовим елементом цих систем стає програмний агент, здатний сприймати ситуацію, приймати рішення й взаємодіяти з іншими агентами.

На олігополістичних ринках (більш ніж з однією фірмою), рішення кожної фірми впливає також на прибутки конкурентів. Тому, фірми реагують до дій конкурентів і в кожному рішенні фірми розглядають не лише прямий ефект на їх доходи, але і ефекти реакцій конкурентів. Ця так звана олігополістична взаємозалежність і кладеться в основу побудови поведінки ринку як мультиагентної системи.

Так як будь-який ринок характеризується товарними та просторовими границями, тому моделювання проводиться в рамках деякого регіону та лише з одним видом пального.

Вхідні дані для моделі наступні:

PZ_t^m - ціни закупки пального m -ю мережею в момент часу t ;

PN^m - початкові роздрібні ціни m -ї мережі;

S - кількість спожитого пального в області;

M - кількість роздрібних мереж;

TN - кількість трейдерів;

AP^n – набір параметрів агентів.

Такий набір даних дозволяє враховувати зміну різних факторів, що не впливають на модель, через введення параметру PZ . Всі представлені дані – статистична інформація по певному регіону.

В моделі присутні агенти трьох типів:

- Роздрібна мережа
- Трейдер
- Споживачі

Роздрібна мережа представляє собою власника одної або декількох мереж, що приймає рішення і в його розпорядженні знаходяться всі АЗС цих мереж, обслуговуючий транспорт та сховища.

Трейдер є оптовим торговцем на ринку нафтопродуктів.

Всі споживачі сформовані в окремий агент, основною функцією якого є розподіл попиту між мережами в залежності від стану ринку.

Час в моделі дискретний, з кроком в один день. Для синхронізації дій агентів кожен відлік часу поділений на 4 кроки. На першому кроці всі агенти встановлюють свої ціни, на другому – агент «Споживачі» визначає попит на пальне для кожної мережі. На третьому кроці кожен агент приймає якісь дії (зміна ціни, закупка пального, продаж пального і т.д.), а в останній – мережі визначають чи необхідна змова, та чи можливе подальше продовження функціонування.

Агент «Мережа АЗС»

Основний алгоритм роботи даного агенту базується на правилах та повідомленнях. Правила використовують певні параметри для визначення стану та майбутніх дій. Через повідомлення передається інформація між агентами, а також здійснюється змова.

Параметри для співвідношення моделі з реальними даними базуються на основі статистики та експертних оцінок.

Такими параметрами є:

FC – фіксовані витрати на 1 АЗС;

$Storage$ – загальний об'єм сховищ (в тому числі і АЗС);

N_{AZS} – кількість АЗС;

T_{ship} – час доставки пального від трейдера до АЗС;

C_{ship} – вартість доставки пального від трейдера;

P_{start} – початкова ціна в мережі на початку

симуляції.

Оскільки виділення АЗС як окремого об'єкту не проводилось тому параметр $Storage$ включає в себе сховища пального, що знаходяться на всіх АЗС. Початкова ціна P_{start} встановлюється впродовж певного терміну для збору необхідної статистики в механізмі прогнозування показників.

Стан агенту характеризується наступними показниками:

P – ціна на пальне;

$sold$ – кількість проданого пального в день;

G – дохід;

$profit$ – прибуток;

$in_storage$ – залишок пального в сховищах.

Кількість проданого пального визначається агентом «Споживачі», дохід та прибуток визначаються за наступними формулами:

$$G = sold \cdot price,$$

$$profit = G - sold \cdot opt_price - sold \cdot C_v - FC \cdot N_{AZS}, \quad (3)$$

де opt_price – ціна закупки проданого пального; C_v – змінні витрати, пов'язані з відвантаженням пального.

Алгоритм прийняття рішень щодо встановлення роздрібною ціни представляє собою набір правил, які побудовані на прогнозних значеннях та параметрах апроксимації показників. Основні правила є:

- При зміні витрат менш ніж на K_1 % скорегувати ціну

- у відповідності до зміни витрат.
- При зменшенні попиту на K_2 % скорегувати ціну в тому ж напрямку на K_3 %.
 - При зміні попиту більше ніж на K_4 % скорегувати ціну на K_5 %.
 - При зберіганні тенденції зменшення прибутку за останні 4 дні та 10 днів відправити повідомлення про змову.
 - При зменшенні ціни нижче мінімальної, встановити оптимальну ціну.
 - При зміні коефіцієнт нахилу тренду прибутку за останні N днів склав більше K_6 встановити ціну рівну $P \cdot (1 + K_7)$.
 - Якщо надійшли повідомлення про встановлення ціни – прийняти ті, яких надійшло більше.
 - Якщо коефіцієнт нахилу тренду витрат за останні 4 дні та за останні 10 днів відрізняються не більше ніж на K_8 відправити сусіднім агентам повідомлення про встановлення монопольної ціни.
 - При прийнятті повідомлень про встановлення монопольної ціни одного виду розіслати всім сусіднім агентам.
 - При скороченні попиту на K_9 % та одночасному зниженні витрат встановити ціну рівну $P_{avg} \cdot K_{10}$.

Алгоритми прогнозування та оцінки стану які складаються з алгоритмів прогнозування економічних показників, оцінки ефекту від змови та оцінки стану.

Алгоритм прогнозування представлений побудовою квадратичної моделі регресії по методу найменших квадратів. Побудована таким чином модель показників використовується в правилах по зміні ціни, через коефіцієнти моделі (що в правилах порівнюються з певними параметрами) та через прогнозні значення.

Оцінка ефекту від змови визначається як:

$$E = P_{змов} \cdot sold_{cur} - P_{прогноз} \cdot sold_{cur} - (P_{cur_opt} - P_{прогноз_opt}) \cdot sold_{cur} \quad (6)$$

Отже, якщо ефект від змови E буде вищим ніж певне

значення E_0 тоді відсилаються повідомлення про можливу змову. Якщо ж інші агенти теж підтримують змову, тоді вмикається цей механізм.

Оскільки представлена агентна модель орієнтована на взаємодію роздрібних мереж торгівлі нафтопродуктами, тому перш за все необхідно розглянути можливість виведення держави на роздрібний ринок з метою зниження впливу змови між агентами. Таким чином регулятор можна представити як державну роздрібну мережу нафтопродуктів.

Враховуючи те, що олігополісти мають значні ринкові долі, необхідно визначити, яку частку ринку повинна мати держава, для прояву ефекту на ринку. В роботі [7] була приведена результати розрахунку чутливості реакції ринку на інтервенцію нафтопродуктів з державних запасів. На Рис.1 зображений графік залежності тривалості перехідного процесу асиметрії від ринкової долі.

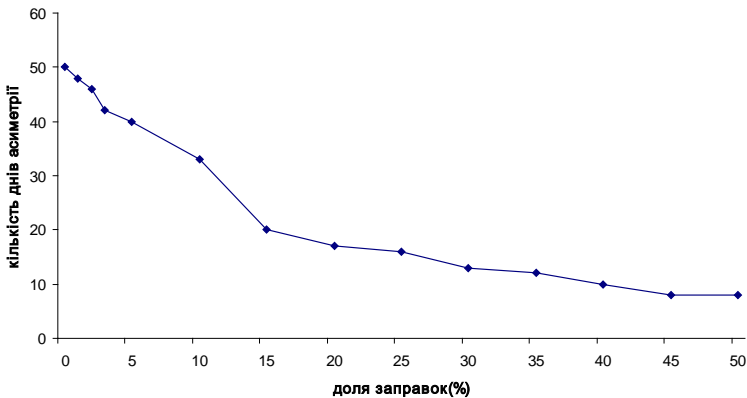


Рис. 1. Залежність тривалості повернення цін до нормального рівня.

Як бачимо ефект проявляється при наявності частки ринку більше 15-20%. Подальше збільшення частки ринку посилює ефект, але не сильно. Враховуючи те, що вартість створення державної мережі можуть бути досить витратним (вартість побудови 1 АЗС оцінюється в 0,5 млн. грн.) то даний вид

регулятора потребуватиме значних витрат. Станом на 2013 рік в Україні нараховується близько 6500 АЗС, в такому випадку 15% становитиме майже 1000 АЗС, що при їх вартості складе 500 млн. грн. Такі витрати можуть не бути доцільними.

Державний запас як опосередкований регулятор

Таким чином методологія цінової стабілізації ринку нафтопродуктів зводиться до створення стабілізаційного запасу на оптовому ринку, який належить державі і певному алгоритму його використання. Враховуючи те що під час стрибка цін роздрібним мережам не вистачить запасу, щоб продавати пальне по заниженим цінам, держава може продавати свої запаси для зменшення наслідків стрибка. Таким чином заключаючи контракти з мережею АЗС, на обмеження їх маржі при продажу нафтопродуктів можна опосередковано подіяти на ринок.

Отже держава може виходити на оптовий ринок з стабілізаційним запасом в момент стрибка та продавати по контрактам пальне тим мережам АЗС, в яких є потреба в пальному. Також необхідно зауважити, про необхідну прибутковість такого фонду.

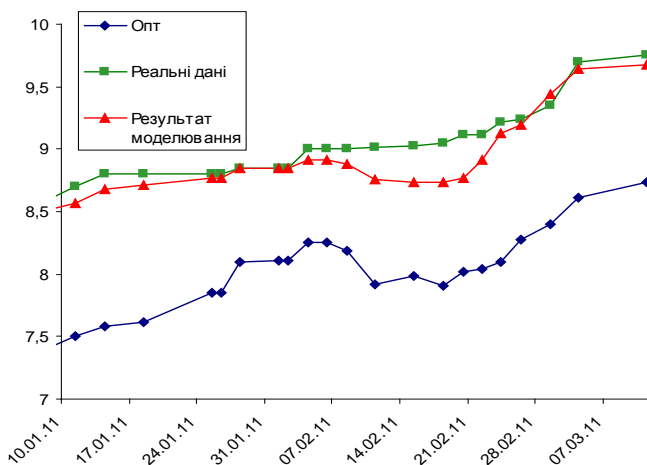


Рис. 2. Регулювання з використанням стабілізаційного запасу

Економічна ефективність такого регулятора залежить від часу зберігання та моментів купівлі/продажу.

Інформаційне забезпечення ринку нафтопродуктів

Таким чином маємо деякий аналог економічного регулятора для забезпечення формування ринкової ціни на нафтопродукти. Однак для правильного користування цим запасом необхідно розробити інструменти для визначенні моментів купівлі та продажу запасу.

Такий інструмент має бути інтегрований в єдину інформаційну систему ринку нафтопродуктів, що забезпечить оперативність збору інформації, своєчасне виявлення аномалій на ринку та як слідкувати за станом ринку так і підвищити ефективність використання стратегічного запасу.

Таким чином можна виділити основні модулі, які мають бути присутні в інформаційній системі, призначеній для забезпечення оптимальних рішень керуючих органів:

- Система моніторингу цін на нафтопродукти.
- База даних всієї інформації по ринку нафтопродуктів.
- Система прогнозування цін на нафтопродукти (на основі коінтеграційних моделей та нейронних мереж).[2]
- Система короткострокового прогнозування стану ринку нафтопродуктів (на основі агентної моделі даного ринку).
- Система розрахунку показників ринку нафтопродуктів та пов'язаних з ним галузях економіки (аграрний сектор для відслідковування змін по альтернативному паливу, сектор енергетики в цілому та інші).
- Картографічний модуль, для роботи за просторовими даними та їх відображенню.

Розробка такої ІС сприятиме кращій роботі контролюючих органів встановленню більш прозорого ціноутворення на даному ринку та дозволить зменшити ризик невдалих операцій з стратегічним запасом нафтопродуктів.

Список використаної літератури

1. Bacon, R. Rockets and Feathers: The asymmetric Speed of Adjustment of UK Retail Gasoline Prices to Cost Changes, Energy Economics, Vol. 13, pp. 211-218, 1991.

2. Borenstein S., Cameron A. and Gilbert R., Do Gasoline Prices Respond Asymmetrically To Crude Oil Price Changes? National Bureau of Economic Research, 1992, Working Paper No. 4138.
3. Radchenko, S. Oil price volatility and the asymmetric response of gasoline prices to oil price increases and decreases, *Energy Economics* 27(5), 708–730, 2005
4. Ignacio Contín-Pilart & Aad F. Correljé & M. Blanca Palacios, 2006. «Competition, regulation, and pricing behaviour in the Spanish retail gasoline market», BILTOKI 200602, Universidad del País Vasco - Departamento de Economía Aplicada III (Econometría y Estadística).
5. Гальчинський Л.Ю., Веремченко І.А. Факторний аналіз формування цін на світовому ринку нафти економічний вісник '2009(6) с.421-425
6. Веремченко І. А., Гальчинський Л. Ю. «Моделювання динаміки роздрібних цін на ринку нафтопродуктів України», «Бізнес Інформ» №1, 2010, 20-26 с.
7. Galchynsky L., Svydenko A., Veremenko I. THE AGENT-BASED MODEL OF REGULATION OF RETAIL PRICES ON THE MARKET OF PETROLEUM PRODUCTS, *POLISH JOURNAL OF MANAGEMENT STUDIES* 2011 p. 136-146
8. The Roles of Public and Private Storage in Managing Oil Import Disruptions / B.D. Write, J.C. Whilliams, 1983 p.
9. A Dynamic Programming Model of the U.S. Strategic Petroleum Reserve / Thomas J. Teisberg – *The Bell Journal of Economics*, Vol. 12, No. 2. (Autumn, 1981), pp. 526-546.
10. Artur Okręglicki, Małgorzata Okręglicka Rozdział 12. Bariery rozwoju rynku paliwowego w Polsce Strony: 133-142 Baza Publikacji Katedra Mikroekonomii Wydział Nauk Ekonomicznych i Zarządzania, Uniwersytet Szczeciński.
11. Министерство топлива и энергетики Украины (<http://mpe.kmu.gov.ua/>).
12. Рябцев Г.Л. Державна політика розвитку ринку нафтопродуктів в Україні: формування та реалізація: монографія – К. : НАДУ, 2011. – 416 с.
13. Ю.Н. Бобылев, Д.Н. Четвериков. Факторы развития рынка нефти / Научные труды – Институт экономики переходного периода, №100Р – М.: ИЭПП, 2006. – 179 с.

14. OPEC Annual Report 2009: Organization of the Petroleum Exporting Countries, Public Relations and Information Department. – 2009 (www.opec.org)
15. World Crude Oil Prices: Energy Information Administration. – 2008 (http://tonto.eia.doe.gov/dnav/pet/pet_pri_wco.htm).
16. Financial Forecast Presentation of the industry outlook based on IATA's financial forecast to 2008: International Air Transport Association. (http://www.iata.org/whatwedo/economics/industry_outlook.htm).
17. П.В. Шерстюк Механізм інноваційного розвитку нафтогазового комплексу: Монографія/ Під ред. Г.Г. Бурлаки.- К.: «Освіта України», 2006.-218с. ISBN 966-8847-19-9.
18. Andrew Ledvina, Ronnie Sircar Dynamic Bertrand Oligopoly Applied Mathematics & Optimization Volume 63, Number 1, 11-44, DOI: 10.1007/s00245-010-9110-0

2.10. ПСИХОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ КІЛЬКІСНОГО ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКУ В ПРИЙНЯТТІ РІШЕНЬ

В економіці на всіх рівнях ієрархії управління постійно виникають завдання та проблеми, приймаються рішення, що є ключовою компетенцією економістів та менеджерів. Зокрема в [1], зазначається, що поділ ситуації на вирішення завдань та на розв'язання проблем стосується важливого аспекту інтелектуальної праці менеджера та є його вирішальною психологічною перспективою. Наголошується також, що в усіх фазах мислення, які утворюють цикл пізнавальних дій менеджера, наявні такі аспекти як невизначеність, невпевненість, недомовки, непередбачуваність.

У праці [2] зазначається, що в психології термін «завдання» (задача) використовують для тих випадків, коли визначена кінцева ціль дій чи досить точно сформульовані вихідні умови. «Проблемою» вважають таку ситуацію, коли наявна висока ступінь невизначеності: немає точно визначеної цілі; неясна технологія прийняття рішення; немає необхідних ресурсів тощо. Для вирішення проблемної ситуації за умови збереження основних цілей та головних пріоритетів компанії, часто обґрунтування та прийняття рішення вимагає неординарних дій, а саме при прийнятті рішень в умовах невизначеності, що в свою чергу спонукає управлінця йти на ризик [5]. Сутність наповнення цих понять суттєво залежить від контексту, в якому їх розглядають. Наприклад, зниження обсягів збуту може стати проблемою для підприємства, аналіз якої призводить до постановки кількох завдань (задач): зниження собівартості продукції, підвищення продуктивності тощо. У свою чергу, на рівні начальника виробництва, «зниження витрат» — це проблема, котру необхідно перевести (трансформувати) у низку завдань (задач).

З погляду економіки, рішення мають бути ефективними чи, принаймні, раціональними та дієвими і в довготерміновій перспективі приводити до позитивних наслідків. Однак, попри найкращі наміри та високу мотивацію, в колотороті буднів віднайти та обґрунтувати найкраще рішення зовсім не просто. То не вистачає часу, то потік інформації настільки великий, що

важко розрізнити значущу інформацію від другорядної. Здебільшого інформації недостатньо, чи (і) вона викривлена, що утруднює адекватне оцінювання якості альтернативних рішень. Накладає свої обмеження й здатність людини щодо обробки інформації, що потребує створення та застосування адекватних математичних моделей та відповідних інформаційних технологій.

Майбутні події здебільшого не вдається спрогнозувати точно. Тому люди, приймаючи рішення, мають бути здатними піти на допустимий ризик. Область аналізу рішень передбачає низку аналітичних інструментів, що допоможуть особам, які обґрунтовують та приймають рішення досягти бажаних характеристик «хорошого» рішення [4]. Проте існують випадки, що навіть за умов прийняття раціональних «хороших» управлінських рішень, результати можуть бути катастрофічними [9].

Зазначимо, що сучасна економічна наука надає, зокрема, таку дефініцію ризику: ризик – це економічна категорія, що відображає особливості сприйняття існуючих невизначеності та конфліктності заінтересованими суб'єктами економічних відносин, що обтяжені можливими загрозами, збитками, відхиленнями від цілей та невикористаними можливостями [3].

Невизначеність та зумовлений цим ризик іманентні процесам ціле покладання, оцінювання та прийняття рішень. Ризик має діалектичну об'єктивно-суб'єктивну структуру.

Якщо ризик припускає наявність як позитивних, так і негативних результатів, то кажуть, що він відноситься до спекулятивних ризиків. Якщо ж наслідки негативні, або відсутні взагалі, такий ризик іменується чистим [8]. Під ризикованим також будемо розуміти таке прийняття рішень, бажані наслідки котрого настають не обов'язково, а реалізуються альтернативні сценарії перебігу подій з різним ступенем імовірності. Необхідно також наголосити, що чесноти (морально етичні принципи), які необхідні у сфері бізнесу, зокрема, сміливість у прийнятті складних, інколи болісних рішень, є моральними лише тоді, коли люди беруть на себе відповідальність за прийняті рішення.

Упродовж останніх років опубліковано ряд фундаментальних праць [4;7;8], присвячених проблемам прийняття управлінських рішень та вибору ефективних проектів (стратегій) із низки згенерованих альтернативних варіантів в умовах невизначеності, конфліктності та породженого ними ризику. Однак, зокрема, ще недостатньо розкрита та не достатньо мірою враховується діалектична об'єктивно-суб'єктивна структура ризику. Постає запитання: як враховувати вплив чинників невизначеності та породженого цим ризику, що характеризується об'єктивно-суб'єктивною структурою в виборі, у певному сенсі, найкращого управлінського рішення із множини альтернативних варіантів? Необхідною умовою науково обґрунтованого підходу до врахування впливу невизначеності є її адекватний опис як на якісному (вербальному), так і на кількісному рівнях.

Якщо особа, дійсно зацікавлена в результатах керування відповідним об'єктом чи процесом, має компетенцію приймати управлінські рішення і не в змозі перекласти відповідальність за прийняте рішення на інших, то для неї невизначеність трансформується у ризик, тобто, залежно від ситуації невизначеності, шляхом елімінування другорядних чинників і прийняття певних гіпотез, переходять до ситуації ризику. Наголосимо, що невизначеність як така, залишається. За умови, якщо ризик був ідентифікований, то водночас необхідно оцінювати, зокрема, такі аспекти як потенційні загрози втрати і ймовірності їх виникнення тощо. Ці величини можуть бути такими, щоб можна було запобігти та передбачити можливі негативні наслідки [9]. Отже, в процесі оцінювання важливо проаналізувати ситуацію, що склалась, щоб правильно оцінити подальші методи та механізми реалізації плану управління ризиком.

Моделюючи ту чи іншу економічну систему для оцінювання та врахування ризику в процесі вироблення та обґрунтування управлінських рішень варто враховувати те, що кількісна міра ступеня ризику є вектором, одна група компонент якого характеризує окремі грані ризику, враховуючи те, що він породжений об'єктивно існуючими конфліктністю та невизначеністю, решта компонент цього

вектора має враховувати низку психологічних особливостей суб'єктів ризику, котрі продукують, обґрунтовують та приймають відповідні управлінські рішення, їхнє ставлення до ризику.

Інша справа, що існує проблема щодо раціонального формування компонент цього вектора, які б адекватно відображали як об'єктивні, так і суб'єктивні ключові грані кількісного оцінювання ступеня ризику, та їх системного врахування в моделюванні й прийнятті раціональних управлінських рішень.

У методологічному підході, зокрема, на підґрунті адекватного застосування інструментарію теорії ймовірностей і математичної статистики, критерій оптимальності зазвичай формують з двох частин (складових). Перша складова характеризує центр групування значень відповідної випадкової величини. Це може бути математичне сподівання, мода, медіана, зважене середньо-геометричне тощо обраного показника ефективності. Друга складова відображає поправку (плату) за ризик (капітал під ризиком).

Описові теорії в процесі прийняття рішень більше пов'язані з вербальним описом вибору економістів, менеджерів, що власне приймають управлінські рішення, а не забезпечують обґрунтування «раціональної» основи для прийняття вибору. Це зумовлено здебільшого тим фактом, що психологи не беруть до уваги відповідну модель, яка представлена та розроблена математиками, статистиками та економістами. На нашу думку, найбільш популярною дескриптивною теорією вибору є перспективна теорія Канеманом та Тверські [9].

Перспективна теорія, запропонована Джонсоном та Басермеєм [6], пропонує використовувати чотири важливих аспекти когнітивної психології, з метою оптимізації та впровадження власне людського чинника, тобто пропонує сконцентрувати увагу на його дію безпосередньо у прийнятті рішення. По-перше, була запропонована попередня стадія «редагування», коли фактично рішення є майже сформованим (шляхом усунення не раціональних варіантів вибору та смислового впорядкування всіх отриманих результатів). По-

друге, враховуються не абсолютні результати, а відносні стосовно еталонних. По-третє, результати які можуть бути оцінені диференційовано в залежності від того, як вони були подані – в якості доходів або витрат стосовно еталону, тобто є окремою функцією для вигоди $UG(x)$ і збитків $UL(x)$. По-четверте, зокрема, вони запропонували концепцію втрати незадоволення, що пояснює взаємозалежність граничної корисності відносних втрат (втрата 100\$ приносить незадоволення, антипатію більше, ніж приємність факту їх отримання).

На нашу думку, перспективними є наступний концептуальний підхід.

Нехай R – випадкова величина, що характеризує один із показників ефективності певного проекту. Припустимо, що показник (критерій) оптимальності має додатній інгредієнт, тобто ми прагнемо обрати варіант, якому відповідає максимальне значення критерію оптимальності. Позначимо через $m = M[R]$ математичне сподівання випадкової величини R , M_0 - моду випадкової величини R . Відомо, що аналіз проекту (ефективності проекту) тісно пов'язаний з аналізом його ризикованості, тому, як зазначалось вище, використовується аналіз різних граней ризику та низка різних показників ступеня ризику, зокрема: середньоквадратичне відхилення (σ), семіквадратичне відхилення (SSV), коефіцієнт варіації (CV), коефіцієнт семіваріації (CSV), середньоквадратичне відхилення відносно моди (σ_{Mo}), семіквадратичне відхилення відносно моди (SSV_{Mo}) тощо [3].

Отже, ризик можна та доцільно охарактеризувати вектором:

$$G = (g_1, \dots, g_i, \dots, g_m),$$

де g_j , $j = 1, m$ – певні кількісні оцінки ступеня ризику (наприклад, σ , SSV , CV , CSV та ще багато інших). Серед компонент g_j , $j = 1, \dots, m$ є такі, на підставі яких оцінюють об'єктивну структуру ризику (наприклад, σ , SSV), а також такі, що характеризують його суб'єктивні грані та відповідні показники кількісного оцінювання ступеня ризику (наприклад, кількісна оцінка ступеня ризику α – ймовірність небажаних подій).

У ризикології (загальній теорії економічного ризику) вводять низку модифікованих показників ефективності (B), які враховують ризик у прийнятті управлінських рішень, у вигляді функції сподіваної корисності:

$$B = M[U(R)],$$

де R – випадкова величина, яка характеризує ефективність досліджуваного економічного об'єкта (системи, процесу) – об'єкта ризику; $M[\bullet]$ – оператор математичного сподівання; $U(R)$ – та чи інша аналітична функція, яку часто називають функцією корисності (цінності, функціоналом оцінювання).

У спрощеному варіанті функцію $U(R)$ можна подати, наприклад, у такому вигляді:

$$B = M[U(R)] \quad (2),$$

тоді модифікований критерій оцінювання ефективності (критерій оптимальності) з урахуванням ступеня ризику запишеться так:

$$B = M[U(R)] = m(R) - k\sigma(R), \quad (3)$$

де $m(R) = M[R]$ – математичне сподівання випадкової величини R ; $\sigma(R)$ – середньоквадратичне відхилення; k – параметр, який можна інтерпретувати як ціну ризику. Модифікований критерій оцінювання (3) має дві складові, про які йшлося вище.

За відомих значень величин m та σ , функція B є лінійною функцією параметра k (див. рис. 1). З формули (3) видно, що зі зростанням ціни ризику (k) значення $B(k)$ лінійно спадає. Якщо покласти у виразі (3) $k = k_n = 0$, то $B = m$. Тобто, у даному випадку ризик не враховують, його просто ігнорують, а за критерій оцінювання (критерій оптимальності) слугує математичне сподівання показника ефективності (зокрема, в концепції теорії статичної гри – це критерій Байеса). Якщо ж прирівняти значення B до нуля

$$B = B^* = m - k^* \sigma = 0,$$

то це реалізується у випадку, якщо $k^* = m / \sigma = 1 / CV$.

Здійсно більш детальний аналіз задачі прийняття рішень у разі, коли $k \geq 0$. На нашу думку, параметр k є сенс у свою чергу розглядати як функцію кількох параметрів, зокрема двох. Позначимо їх через γ та δ , тобто

$$k = \varphi(\gamma, \delta). \quad (4)$$

Інтерпретуватимемо γ як параметр ціни ризику, в якому відображається (враховується) структура невизначеності та зумовлений цим ризик та який необхідно враховувати, приймаючи раціональне управлінське рішення. Параметр δ інтерпретуватимемо як ту грань ціни ризику, що характеризує психологічні аспекти, ступінь несхильності до ризику його суб'єкта (особи, котра приймає управлінське рішення).

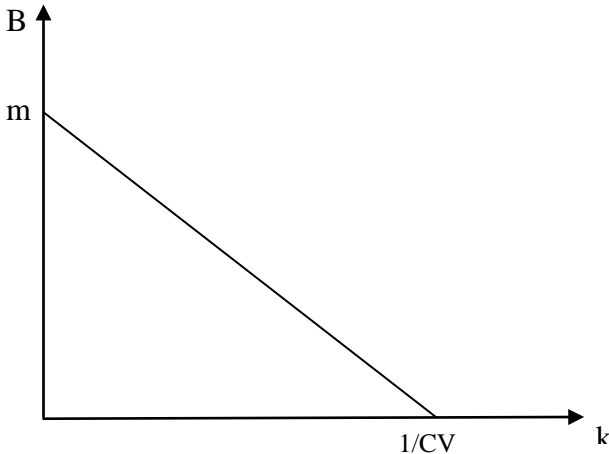


Рис. 1.

В якості показника γ , що характеризує структуру та міру невизначеності можна використати, зокрема, ентропію, оцінювання якої здійснюють, ураховуючи параметри, котрі характеризують множини альтернативних сценаріїв перебігу подій стосовно можливих станів середовища досліджуваного об'єкта, ймовірність їхнього настання, та визначити (оцінити) область можливих значень, які може приймати випадкова величина R , інформаційну ситуацію тощо. Оцінювання параметра γ також можна здійснити, використовуючи інструментарій теорії нейронечітких мереж. Конкретну кількісну оцінку γ можна трактувати як ліміт стосовно мінімальної ціни ризику, тобто кількісне значення параметра k необхідно обирати таким, щоб виконувалась наступна умова (5), за будь-якого ставлення до ризику його суб'єкта:

$$k = \varphi(\gamma, \delta) \geq \gamma. \quad (5)$$

Розглядатимемо параметр δ як функцію ще однієї із компонент вектора кількісного оцінювання ступеня ризику, що враховує психологічні аспекти а саме ймовірність (α) реалізації можливих небажаних значень показника ефективності R . Якщо певним чином вдалося встановити значення (кількісну оцінку) одного із показників ризику, а саме α ($0 < \alpha < 1$), вибір якого залежить від міри схильності, несхильності, байдужого ставлення до ризику суб'єкта прийняття рішень, то тим самим можна оцінити відповідне значення δ , як функції цієї ймовірності, тобто $\delta = \delta(\alpha)$ за якого, зокрема, має виконуватись нерівність:

$$P\{R < m - \delta(\alpha)\sigma\} \leq \alpha. \quad (6)$$

Зазначимо, що функція $\delta(\alpha)$ є нелінійною функцією показника ризику α .

Чим більш несхильною до ризику є особа, котра приймає рішення, тим менших значень набуває кількісний показник ступеня ризику α , як імовірність виникнення небажаних можливих подій, і тим більших значень набуває параметр δ , а відповідно і параметр k .

У загальному випадку, для обрання кількісної оцінки параметра $k = \varphi(\gamma, \delta)$ функцію $\varphi(\gamma, \delta)$ можна подати у вигляді:

$$k = \varphi(\gamma, \delta) = \begin{cases} \gamma, & \text{якщо } \gamma \geq \delta, \\ \delta, & \text{якщо } \delta > \gamma, \end{cases} \quad (7)$$

тобто $k = \max(\gamma, \delta)$.

Розглянемо, для прикладу, лише два альтернативні проекти (стратегії), з яких необхідно обрати найкращий у певному сенсі. Позначимо через R_1, R_2 випадкові величини обраного показника ефективності відповідно першого і другого проектів (стратегій), m_i – сподівані значення показника ефективності відповідного проекту ($m_i = M[R_i]$) $i = 1, 2$; σ_i – середньоквадратичні відхилення показника ефективності відповідного проекту, $CV_i = \frac{\sigma_i}{m_i}$ – коефіцієнти варіації $i = 1, 2$.

Порівняємо показники (критерії ефективності) $B_1 = m_1 - k\sigma_1$ та $B_2 = m_2 - k\sigma_2$ за різних значень параметра k .

Із кількох можливих випадків розглянемо, зокрема, найцікавіший – той, коли

$$m_1 > m_2, \sigma_1 > \sigma_2, \text{ а також } CV_1 > CV_2.$$

Легко обчислити координати точки $M(k_0, B_0)$ перетину прямих 1 та 2 (див. рис. 2):

$$0 < k_0 = \frac{m_1 - m_2}{\sigma_1 - \sigma_2} < \min\left(\frac{1}{CV_1}; \frac{1}{CV_2}\right);$$

$$0 < B_0 = \frac{m_2\sigma_1 - m_1\sigma_2}{\sigma_1 - \sigma_2} < m_2.$$

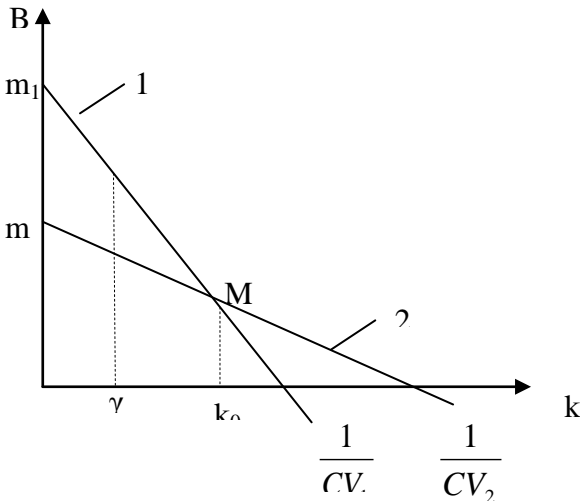


Рис. 2.

Для значень ціни ризику k (вісь абсцис), що знаходяться на відрізку $\gamma \leq k < k_0$ виконуватиметься нерівність $B_1 > B_2$, а для значень $k > k_0$ відповідно – $B_2 > B_1$. Тобто, якщо параметр k (ціна ризику) приймає значення на осі абсцис ліворуч точки k_0 (див. рис. 2), то кращим є перший із альтернативних проектів (стратегій). Якщо ж обчислене значення $k > k_0$ (знаходиться праворуч від точки k_0), то кращим є другий проект (стратегія).

Зауважимо, що у випадку, коли $k = k_0$, тобто коли $B_1=B_2$ (точка M на рис.2), на нашу думку, доцільно ухвалити перший проект (стратегію), ураховуючи, зокрема те, що $B_1 = m_1 - \gamma\sigma_1 > B_2 = m_2 - \gamma\sigma_2$ за умови, що $k_0 = \varphi(\gamma, \delta) = \delta_0$.

Загалом, а особливо у випадку, коли $\delta > \gamma$, тобто, якщо $k = \varphi(\gamma, \delta(\alpha)) = \delta(\alpha)$, можуть виникнути певні проблеми з визначенням точкової оцінки на підґрунті застосування аксіологічної (суб'єктивної) ймовірності α , оскільки її кількісне оцінювання, зазвичай, здійснюється на підґрунті експертних процедур.

У багатьох випадках важко здобути точну інформацію від суб'єктів прийняття рішень (експертів) стосовно точкового, конкретного значення α . Зокрема, експерт має відповісти на питання: чи влаштовує його те, що ймовірність того, що ефективність стратегії (проекту) може виявитись нижчою оціненою показником B , наприклад, у 4-х відсотках випадків? На практиці для суб'єктів ризику зручніше (легше) оцінити цю суб'єктивну (аксіологічну) ймовірність у вигляді інтервалу допустимих значень $\alpha_* \leq \alpha \leq \alpha^*$ ($\alpha_* < \alpha^*$).

За даного концептуального підходу можлива низка випадків. За умови, що $\gamma < k_* = k(\alpha_*)$ найпростішим є випадок, коли точки $(k(\alpha_*); B(\delta(\alpha_*)))$ та $(k(\alpha^*), B(\delta(\alpha^*)))$ належать відрізку лише однієї прямої 1 чи 2, який не містить точок перетину з іншими прямими, що відповідають різним альтернативним варіантам. У даному випадку деякий варіант (проект), позначимо його через s , є найкращим із низки n альтернативних варіантів, оскільки $s = \text{Arg max}_{i=1, n} B_i(k_*) = \text{Arg max}_{i=1, n} B_i(k^*)$, де $k_* = k(\alpha_*)$, $k^* = k(\alpha^*)$.

Якщо ж $\gamma > k^* = k(\alpha^*)$, то обирається той варіант s , для якого $s = \text{Arg max}_{i=1, n} B_i(k(\gamma))$.

Складнішим є випадок, коли точки перетину кількох прямих (точка M , на рис.3), що характеризують різні (дві) альтернативні стратегії, знаходяться на інтервалі значень $k(\alpha_*) = k_*$ та $k(\alpha^*) = k^*$. Зазначимо, що $k_* < k^*$, припустимо також, що $\gamma < \delta(\alpha_*)$.

Постає питання, котре із альтернативних варіантів рішень (який проект) слід обрати? Для розв'язання даної проблеми можливі різні концептуальні підходи.

Якщо ми трактуємо α також як випадкову величину, то можна, як і в попередньому, для оцінювання $B(k)$, розглядати ефективну оцінку аксіологічної ймовірності (α^e):

$$\alpha^e = m(\alpha) - \mu SSV(\alpha), \quad (8)$$

де $m(\alpha)$ – математичне сподівання випадкової величини α ; μ – параметр (ціна ризику); $SSV(\alpha)$ – семіквдратичне відхилення.

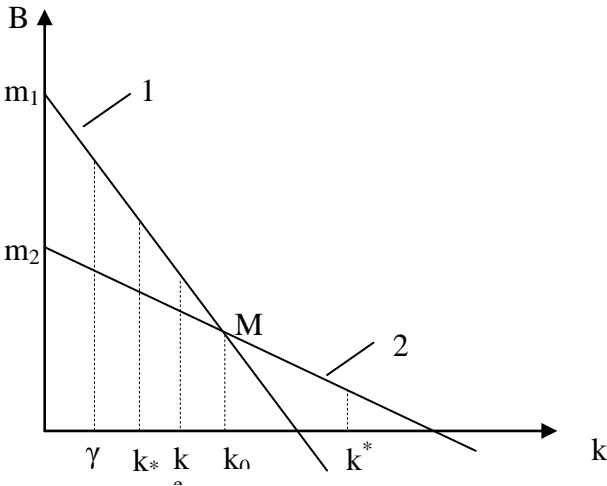


Рис. 3.

Нагадаємо, що для неперервної випадкової величини α

$$SSV(\alpha) = \sqrt{SV(\alpha)},$$

де $SV(\alpha) = \int_0^{m(\alpha)} (\alpha - m(\alpha))^2 f(\alpha) d\alpha$, $f(\alpha)$ – щільність розподілу ймовірності випадкової величини α .

У разі коли α доречно трактувати як дискретну випадкову величину $SV(\alpha)$ легко обчислюється за відповідними формулами [10].

Обчисливши кількісну оцінку α^e легко відшукати відповідне значення k^e , $k^e = k(\alpha^e)$, і якщо $k^e > \gamma$, то за максимальним значенням B_s показника ефективності (критерію оптимальності) B_i , $i=1, \dots, n$, $B_s = \max_{i=1, n} B_i$ легко знайти

найкраще рішення s із низки (n) альтернативних варіантів $s = \text{Arg max}_{i=1, n} B_i$ (див. рис.3). Як видно з рис. 3, завдяки

моделюванню можна виявити низку ключових точок, що дають інформаційне підґрунтя для прийняття виважених (у певному сенсі найкращих) рішень, що враховують психологічну складову суб'єктів ризику.

Зазначимо, що замість аксіологічних ймовірностей небажаних подій, як однієї з кількісних оцінок ступеня ризику, у багатьох випадках, більш адекватним може виявитись інструментарій теорії нечітких множин та нечіткої логіки, на підґрунті яких здійснюється оцінювання відповідних параметрів.

Запропонований вище методологічний підхід та відповідний інструментарій для аналізу та прийняття раціональних управлінських рішень, який ураховує об'єктивно-суб'єктивну структуру ризику, можна застосовувати, спираючись також на засоби і методи як теорії гри, так і стохастичного програмування, що надає можливість отримати додаткову аналітичну та візуальну інформацію для проведення діалогових процедур обґрунтування слабо структурованих управлінських рішень та вирішення слабо структурованих проблем, ураховуючи психологічні аспекти.

Даний методологічний підхід відкриває широкий простір для подальших наукових досліджень.

Список використаної літератури

- 1.Пасічник І.Д. Фази мислення в циклі пізнавальних дій менеджера.//Наукові записки. Серія «психологія». Вип. 11, 2008. С. 3-10.
- 2.Кирхлер Э., Шротт А. Принятие решений в организациях. //Психология труда и организационная психология./ пер. с

- нем. – Харьков.: Изд-во «Гуманитарный центр», 2009. – 176с.
- 3.Вітлінський В.В. Концептуальні засади ризикології у фінансовій діяльності.//Фінанси України, №3, 2003. – С.3-9.
- 4.Clemen R.T. (with Reilly, T.) Making Hard Decisions. An Introduction to Decision Analysis/ R.T. Clemen //Colorado Innu. Rev. Psychol. – second rev.ed.with Decision Tools. Duxbury Press? Pacific Grove,2001.
- 5.Hastie R. Problems for judgment and decision making/ R. Hastie// Colorado Innu. Rev. Psychol. – Psychology Department, University of Colorado, Boulder, 2001. – Vol.52. – P.653-683.
- 6.Joseph G. Johnson, Jerome R. Busemeyer. Decision making under risk and uncertainty/ John Wiley&Sons, Ltd. Cognitive Science Decision making – Volume 1, September/October 2010. – P.736-749.
- 7.Lopes LL. 1994. Psychology and economics: perspectives on risk, cooperation, and the marketplace.//Annu.Rev.Psychol,1994. – P.197-227.
- 8.Lopes LL. Algebra and process in the modeling of risky choice. In Decision Making from a Cognitive Perspective, ed. J Busemeyer, R Hastie, DL Medina//San Diego, CA: Academic,1996. – P.177-220.
- 9.Tversky A. Weighing risk and uncertainty. / Psychology Rev, 1995. – p. 269-283.
- 10.Вітлінський В.В., Аналіз, оцінка і моделювання економічного ризику. – К.: ДЕМІУР, 1996. – 212с.

РОЗДІЛ 3

ІННОВАЦІЙНІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В БІЗНЕСІ Й ОСВІТІ

3.1. УПРАВЛІННЯ СИСТЕМОЮ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВА НА БАЗІ ЛСП

Анотація. Розглянуто основні поняття, особливості, структуру та принципи проектування і функціонування інформаційних систем. Проведено аналіз основних способів несанкціонованого доступу до інформації, а також сучасних тенденцій розвитку інформаційних загроз. Охарактеризовано методи та механізми захисту інформаційних систем, ефективне застосування програмних і програмно-апаратних рішень в реаліях українського ринку. Наведено приклад впровадження системи інформаційної безпеки на базі логіко-структурного підходу та розроблено низку рекомендацій щодо забезпечення інформаційної безпеки на підприємстві.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Розвиток засобів, методів і форм автоматизації процесів зберігання й обробки інформації, масове застосування персональних комп'ютерів роблять інформацію більш уразливою. Тренди останніх років – широке застосування мобільних пристроїв (смартфонів та планшетів [1]), та перехід до технологій віртуалізації ІТ-інфраструктури підприємства [2] – забезпечують зручність, доступність, швидкість, проте породжують нові типи ризиків.

Відповідно до доповіді, опублікованої Symantec [3], збитки від інцидентів порушення інформаційної безпеки та кіберзлочинності складають понад \$300 млрд., а несанкціонований доступ до конфіденційних даних був оцінений як найбільша загроза життєздатності підприємства. Питання розробки способів і методів захисту даних в інформаційній системі є частиною проблеми проектування захисту системи, з часом зростає їх актуальність.

Логіко-структурний підхід являє собою форму прояву трансдисциплінарного підходу в проектному менеджменті, зокрема – використання методів системного синтезу, та

дозволяє об'єктивно оцінити найважливіші аспекти управління проектами, вигоди та ризики на всіх фазах життєвого циклу проекту [4]. Враховуючи невизначеність та нестабільність економічних процесів в Україні, питання використання логіко-структурного підходу в управлінні інформаційною безпекою підприємства є доцільним та вкрай актуальним в реаліях сьогодення.

Аналіз досліджень і публікацій останніх років, виділення не вирішеної частини. У наукових працях таких вчених, як Рудий Т. В., Фірман В. М., Кулешик Я. Ф., Піщора І. С., Камлик М. І., Ортинський В. Л., Керницький І. С., Живко З. Б. досліджується питання, загальні принципи та ризики економічної безпеки організації. Ярочкін В. І., Левин В. К., Домарев В. В., Гринджук Г. С. присвятили свої роботи вивченню методів забезпечення інформаційної безпеки в інформаційних системах та мережах. Курдюмов С. П., Малинецький Г. Г. приділяли увагу синергетики та застосуванню системного аналізу в управлінні підприємством. Управління проектами за допомогою логіко-структурного підходу досліджували Готін С. В., Поляков В. В., Калоша В. П. Проте питання розробки ефективної системи інформаційної безпеки підприємства на базі системного синтезу з застосуванням методології логіко-структурного підходу залишається актуальним та вимагає подальшого дослідження.

Постановка завдання. Мета дослідження полягає в аналізі сучасних тенденцій інформаційних загроз, з'ясуванні особливостей захисту та проектування інформаційних систем в реаліях українського ринку, розробці рекомендацій щодо забезпечення безпеки підприємства на базі логіко-структурного підходу.

Виклад основного матеріалу дослідження. Розробка ефективної системи інформаційної безпеки підприємства базується на питанні уточнення понятійного апарату, яке в умовах сучасного розвитку науки «є першочерговим у визначенні нових напрямків дослідження» [5]. Для розробки системи захисту, необхідно, насамперед, визначити, що таке «загроза інформаційній безпеці», виявити можливі канали витоку інформації й шляхи несанкціонованого доступу до

даних. В літературі запропоновані різні визначення загрози залежно від її специфіки, середовища прояву, результату її впливу, принесеного нею збитку і т.д. Так у роботі Ш. Атре під погрозою розуміється цілеспрямована дія, яка підвищує вразливість в системі інформації, що накопичується, зберігається та обробляється й приводить до її випадкового або навмисного знищення або заміни [6].

У працях Гайковича та Першина пропонується під «загрозою інформаційної безпеки» розуміти «дію або подію, яка може привести до руйнування, викривлення або несанкціонованого використання інформаційних ресурсів, включаючи збережену, передану й оброблювану інформацію, а також програмні й оброблювані засоби» [7].

Під «несанкціонованим доступом» розуміється порушення встановлених правил розмежування доступу, що виникли в результаті випадкових або навмисних дій користувачів або інших суб'єктів системи розмежування складовою частиною системи захисту інформації. З погляду захисту інформації несанкціонований доступ може мати наступні наслідки: витік конфіденційної інформації, а також її викривлення або знищення в результаті навмисного руйнування працездатності системи.

Під «каналом несанкціонованого доступу» до інформації розуміють послідовність дій і створених технологічних процедур, які або виконуються несанкціоновано, або обробляються неправильно в результаті помилок персоналу або збою устаткування. Для забезпечення захисту збережених даних використовується декілька методів і механізмів їх реалізації. Виділяють наступні способи захисту: фізичні, законодавчі, керування доступом, криптографічне закриття.

Основні поняття, вимоги, методи й засоби проектування й оцінки системи інформаційної безпеки для інформаційних систем (ИС) відбиті в наступних основних документах:

- «Помаранчева книга» Національного центру захисту комп'ютерів США (TCSEC);
- «Гармонізовані критерії Європейських країн (ITSEC)»;
- нормативно-правові акти України у галузі технічного захисту інформації (ТЗІ) та криптографічного захисту інформації (КЗІ).

Для розробки системи захисту інформації проектувальникам необхідно виконати наступні види робіт:

- на передпроектній стадії визначити особливості збереженої інформації, виявити види загроз та витоку інформації й оформити ТЗ на розробку системи;
- на стадії проектування вибрати концепцію й принципи побудови системи захисту й розробити функціональну структуру системи захисту;
- вибрати механізми – методи захисту, що реалізують обрані функції;
- розробити програмне, інформаційне й технологічне й організаційне забезпечення системи захисту;
- провести налагодження розробленої системи;
- розробити пакет технологічної документації;
- здійснити впровадження системи;
- провести комплекс робіт з експлуатації й адміністрування системи захисту.

Створення базової системи захисту інформації в ІС повинне ґрунтуватися на головних принципах:

- комплексний підхід до побудови системи захисту, що означає оптимальну комбінацію програмних, апаратних засобів і організаційних заходів захисту;
- поділ і мінімізація повноважень по доступу до оброблюваної інформації й процедурам обробки;
- повнота контролю й реєстрація спроб несанкціонованого доступу;
- забезпечення надійності системи захисту, тобто неможливість зниження рівня надійності при виникненні в системі збоїв, відмов, навмисних дій порушника або ненавмисних помилок користувачів і обслуговуючого персоналу;
- «прозорість» системи захисту інформації для загального, прикладного програмного забезпечення й користувачів інформаційною системою.

Технологічний процес функціонування системи захисту інформації від несанкціонованого доступу, як комплексу програмно-технічних засобів і організаційних (процедурних) розв'язків, передбачає виконання наступних процедур:

- облік, зберігання й видачу користувачам інформаційних носіїв, паролів, ключів;
- ведення службової інформації (генерація паролів, ключів, супровід правил розмежування доступу);
- оперативний контроль функціонування систем захисту секретної інформації;
- контроль відповідності загальносистемного програмного середовища еталону;
- контроль ходу технологічного процесу обробки інформації шляхом реєстрації аналізу дій користувачів.

Індустрія інформаційної безпеки стрімко розвивається. Останнім часом з'являються все новіші мобільні пристрої, що дозволяють використовувати планшети та смартфони не тільки як засоби розваги й проведення дозвілля, але і як повноцінні бізнес-інструменти. Тому проблеми безпеки мобільних пристроїв стали одними з домінуючих у наш час (рис.1).

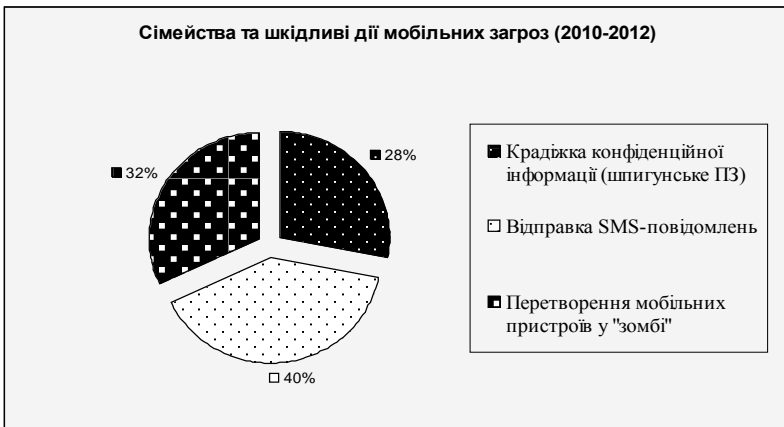


Рис.1. Структура мобільних загроз

Вірусна загроза – далеко не єдина, чия роль зі збільшенням числа мобільних пристроїв помітно зростає. Росте й число витоків інформації через них, що вимагає адекватного реагування з боку виробників систем захисту від витоків даних. У найближчому майбутньому ми, безсумнівно, станемо свідками масової появи на ринку DLP-систем (Data Loss Prevention), що підтримують роботу з мобільними пристроями.

Актуальною проблемою залишається рівень технічної грамотності середньостатистичного користувача, що може стати причиною зараження робочих станцій шкідливими програмами, втрати або крадіжки даних, причиною збоїв у роботі організації. Експерти відзначають, що спам усе більш тісно «інтегрується» із фішингом, тобто росте число листів, що розсилають нібито від імені великих і широко відомих компаній, таких, як, наприклад, eBay, Amazon, PayPal. У російськомовному сегменті Інтернету досить часто зловмисники розсилають листи від імені «Яндекс», WebMoney, великих соціальних мереж «Однокласники» та «Вконтакте», безкоштовних поштових сервісів на зразок Mail.ru. За прогнозами аналітиків, кількість таких листів, що містять пропозиції надіслати пароль або перейти по посиланню для його відновлення, буде збільшуватися, користувачам потрібно бути уважніше й обережніше з такими листами (рис.2).

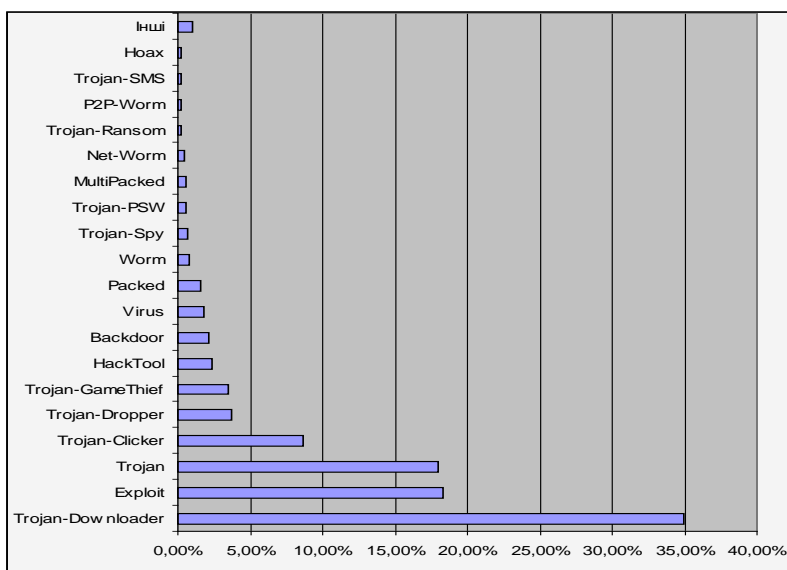


Рис.2. Структура вірусних загроз

Разом із еволюцією загроз інформаційних систем повинні вдосконалюватися й методи їх захисту. Одними з головних

тенденцій в області антивірусного ПЗ продовжують залишатися «хмарні» технології, які «перекладають» основне навантаження по виявленню й знищенню шкідливого програмного забезпечення з робочих станцій користувачів і корпоративних серверів на сервера виробника антивірусу, і, що найважливіше, дозволяють користувачеві мати моментальний доступ найновіших антивірусних баз, наявних у розробника антивірусного ПЗ. На думку аналітиків, незабаром на «хмари» буде орієнтовано близько 30% усього антивірусного ринку.

У цілому ж, індустрію інформаційної безпеки чекає поступовий перехід від «закуткових» систем, побудованих з різних продуктів, кожний з яких вирішує своє завдання, до комплексних засобів інформаційної безпеки, що є інтегрованими рішеннями, що вирішують кілька завдань одночасно.

Впровадження комп'ютерних технологій у сферу діловодства (один з перших, найбільш розповсюджених та актуальних секторів застосування інформаційних технологій у бізнесі) спричинено збільшенням обсягів документообігу в установах, необхідністю отримання оперативної інформації щодо змісту самих документів на всіх етапах їх руху. В умовах бурхливого розвитку засобів комп'ютерної техніки, телекомунікацій, нових електронних форм збереження даних актуалізувалася проблема захисту інформації, зокрема в системах комп'ютерного діловодства. Це зумовлено рядом факторів: лібералізацією суспільних відносин, застосуванням технічних засобів іноземного виробництва, поширенням засобів блокування електронної інформації, несанкціонованого доступу до неї, впливу на неї тощо. Програмно-апаратні засоби захисту конфіденційної інформації повинні мати певний сертифікат захищеності відповідних державних органів.

Практика захищеного документообігу в різних установах має давні традиції і базується, головним чином, на засекречуванні, забезпеченні конфіденційності, встановленні автентичності (однозначного визначення автора), адресата документа, які традиційно реалізовувалися на рівні фізичних документів з печатками, підписами, датами. В сучасних інформаційних системах організація захищеного

документообігу виконує ті самі традиційні функції, але їхня реалізація на рівні задокументованої інформації (а точніше на всіх рівнях представлення інформації — від машинного коду до твердої копії) вже потребує розроблення спеціалізованих інформаційних технологій.

Захищений документообіг — складова частина комплексної системи інформаційної безпеки і складається із взаємопов'язаних частин — підсистем, наприклад, захищеної електронної пошти, захисту від несанкціонованого доступу, захищених баз даних тощо.

Побудову захисту електронного документообігу можна починати з будь-якої підсистеми, коли потрібно захистити “слабкі” ланки, де найбільш ймовірна втрата інформації.

При комплексній побудові захисту документообігу використовуються загальні модулі, які повинні захищати будь-яку підсистему загальної системи. Це вигідно як з економічної точки зору, так і виходячи з необхідності підвищення рівня безпеки. Наприклад, загальними будуть центри сертифікації ключів чи сфери безпеки тощо. Це дозволить побудувати централізоване управління захистом, незалежно від порядку або часу впровадження нових підсистем захисту.

Розглянемо структуру та деякі атрибути захищеного електронного документообігу (підсистеми).

1. Цифровий електронний підпис є певним еквівалентом звичайного підпису, печатки. Його наявність дозволяє з високою мірою вірогідності встановити авторство електронного документа, а також підтвердити його незмінність від моменту підпису до моменту перевірки, з точністю до одного біту, тобто найменшій одиниці виміру інформації, яка використовується в комп'ютерних системах для її кодування. Фіксувати електронний підпис може тільки власник закритого (конфіденційного) ключа. Перевірити електронний підпис можуть тільки ті суб'єкти, які працюють з цією інформацією, або ті, що повинні працювати з нею. При цьому використовується відкритий (не конфіденційний) ключ власника підпису.

2. Шифрування змісту електронного документа забезпечує його конфіденційність. Це означає, що зрозуміти текст

електронного документа може тільки той, хто створював цей документ, або той, кому цей документ призначений.

3. Система аутентифікації, підтримки цілісності і забезпечення конфіденційності електронних документів дає можливість однозначно визначити автора документа, забезпечити надійний захист документа від небажаного коригування і підробки, перевірити автентичність документа, зберегти в таємниці його текст при обробленні, зберіганні або передаванні каналами зв'язку. Ця система дозволяє створювати різні варіанти захищеного документообігу — від електронної пошти до баз даних із віддаленим доступом.

4. Система запобігання несанкціонованого доступу до інформації дозволяє користування інформацією тільки користувачам, у яких є на те відповідні повноваження на доступ до інформації, визначені адміністратором захисту, забезпечує контроль і протоколювання роботи користувачів, веде реєстрацію нелегальних і помилкових дій користувачів. Складається із підсистем: запобігання НСД до персональних комп'ютерів, НСД до локальної мережі, НСД до баз даних.

5. Система захисту внутрішньовідомчих мереж від зовнішнього вторгнення захищає ресурси внутрішньої мережі при роботі в корпоративній мережі або в Інтернеті.

На сьогодні операційною системою (далі ОС) з найбільшим ступенем захисту інформації є Windows NT Server фірми Microsoft. Розробники цієї системи прорахували багато варіантів захисту, при яких може бути здійснений НСД.

Антивірусне програмне забезпечення призначене для захисту підприємства від різних типів вірусних атак. Оскільки сьогодні передача вірусів відбувається в основному за допомогою повідомлень електронної пошти, найпоширенішою категорією корпоративного антивірусного ПЗ є антивіруси для поштових серверів, що розпізнають сигнатури вірусів усередині повідомлень. Поряд із цим багато компаній випускають антивірусне ПЗ для файлових серверів, а також спеціалізоване ПЗ, що використовується Інтернет-провайдерми. За відомостями аналітичної компанії Gartner Group, лідерами ринку антивірусного програмного забезпечення є Network Associates, Symantec, TrendMicro.

Значну роль на ринку грають і компанії Sophos, Computer Associates, F-Secure. Всі зазначені фірми провадять продукти для настільних систем, файлових серверів, SMTP-шлюзів, Web- і FTP-серверів, а також дозволяють підтримувати розподілені системи. На російському ринку, крім перерахованих вище продуктів, поширені корпоративні антивіруси «Лабораторії Касперського» і ЗАТ «Діалогнаука».

Корпоративні брандмауери контролюють трафік, що надходить у локальну корпоративну мережу та вихідний з неї, і можуть являти собою як чисто програмні засоби, так і апаратно-програмні комплекси. Звичайно брандмауери можуть виконувати роль фільтра пакетів або роль проксі-серверу, в останньому випадку брандмауер виступає як посередник у виконанні запитів, ініціюючи власний запит до ресурсу й тим самим не допускаючи безпосереднього з'єднання між локальною й зовнішньою мережами. При виборі брандмауера компанії звичайно керуються результатами незалежного тестування. Найпоширенішими стандартами, на відповідність яким тестуються брандмауери, є ITSEC (Information Technology Security Evaluation and Certification Scheme) та IASC (Information Assurance and Certification Services), що також носить назву Common Criteria Standard. Найвідомішими виробниками корпоративних брандмауерів, з погляду Gartner Group, є CheckPoint Software, Cisco Systems, Microsoft, NetScreen Technologies і Symantec Corporation.

Відзначимо, що продукти Check Point Software Technologies, Cisco Systems і NetScreen Technologies являють собою апаратно-програмні комплекси, тоді як продукти Microsoft і Symantec — це програмні засоби, що функціонують на звичайних комп'ютерах під керуванням стандартних серверних операційних систем.

Засоби виявлення атак призначені для визначення подій, які можуть бути інтерпретовані як спроба атаки, та повідомлення про це ІТ-адміністратора. Засоби виявлення атак, як і брандмауери, можуть бути реалізовані як у вигляді програмного забезпечення, так і у вигляді апаратно-програмного комплексу. Очевидно, що подібні засоби вимагають ретельного налаштування, щоб, з одного боку, були

виявлені спроби атак, а з іншого боку – по можливості були виключені помилкові спрацьовування.

Лідерами ринку засобів виявлення атак, на думку Gartner Group, є Cisco Systems, Internet Security Systems, Enterasys Networks і Symantec. По даним Butler Group, досить популярними виробниками цієї категорії коштів забезпечення безпеки є також Computer Associates і Enterscept Security Technology.

На основі вище викладеного розглянемо процес проектування систем безпеки інформаційних систем. Для чіткого визначення цілей проекту на основі всебічного аналізу розв'язуваних проблем, обліку основних умов реалізації, інтересів залучених сторін, а також ризиків і гіпотез застосуємо логіко-структурний підхід. Необхідно виділити ключові елементи проекту й визначити їхній взаємозв'язок, так щоб це сприяло полегшенню аналізу, реалізації й оцінці, а також прийняти чітко виражені, кількісно і якісно вимірювані показники успішності реалізації й завершення проекту.

На початку аналітичної фази необхідно визначити групи зацікавлених сторін з метою оцінки їх інтересу в проекті, «вигоди» від нього, а також того, яким чином їх інтереси позначаються на життєздатності й ризикованості проекту (таблиця 1).

Аналіз проблем (Рис.3) включає аналіз вже виявлених проблем з урахуванням думки кожної зацікавленої сторони, що забезпечує збалансованість аналізу, при якому беруться до уваги різні й іноді протилежні погляди.

Мета полягає в одержанні загального, по можливості консенсусного бачення ситуації й структуризації виявлених проблем у формі дерева проблем.

Таблиця 1

Аналіз зацікавлених сторін

Група	Яка їхня вигода?	Форма підтримки проекту	Адекватний механізм участі
Наглядові органи, аудиторські організації	Достовірність незалежного аудита діяльності. Діяльність у рамках чинних правил і норм.	Підтвердження ліцензій, сертифікатів і дозволів.	Аудити. Узгодження проектної й звітної документації.
Розробники ПЗ і ТЗ	Стимулювання нових розробок. Підвищення попиту на продукцію.	Обслуговування ПЗ. Гарантії якості.	Надання ПЗ і ТЗ. Обмін інформацією.
Освітні установи	Участь у плануванні й здійсненні проекту, у прийнятті рішень. Новий навчальний план, адаптований до вимог ринку праці.	Науково-дослідна діяльність. Підготовка кадрів.	Надання кваліфікованих співробітників. Спільні дослідження.
Інноваційна сфера	Поліпшення перспектив у роботі. Удосконалення робочої практики.	Впровадження інновацій. Підвищення кваліфікації співробітників.	Інформація про хід проекту. Консультації щодо потреб і пріоритетів у навчанні.
Споживачі продукції та послуг	Задоволення очікувань. Якість сервісного супроводу. Гарантії.	Приносять прибуток. Участь у програмах поліпшення товару.	Аналіз задоволення потреб. Поставки продукції. Моніторинг результатів експлуатації. Зворотний зв'язок.
ЗМІ, громадські організації	Перспективи розвитку. Достовірна інформація. Екологічна безпека. Соціальні програми.	Реклама й PR. Інформаційна відкритість бізнесу. Добродійність	Виставки. Робочі зустрічі. Публікації. Телепрограми.



Рис.3. Аналіз проблем

Дерево цілей (Рис.4) являє собою дзеркальне відображення загальної проблематики. Для окремого проекту не характерний обіг до всіх наявних у даній ситуації проблем, тому дерево може містити набагато більше цілей, чим буде включено в проект. У процесі заключної стадії аналізу ухвалюється рішення, яка із груп взаємозалежних цілей буде включена в проект і розглядається можливість виконання кожної з них. Цілком ймовірно, що залежно від масштабу й кількості роботи, що вимагається, ухвалюється розв'язок про формування ряду взаємозалежних проектів (портфеля проектів, програми) і визначення черговості їх запуску.

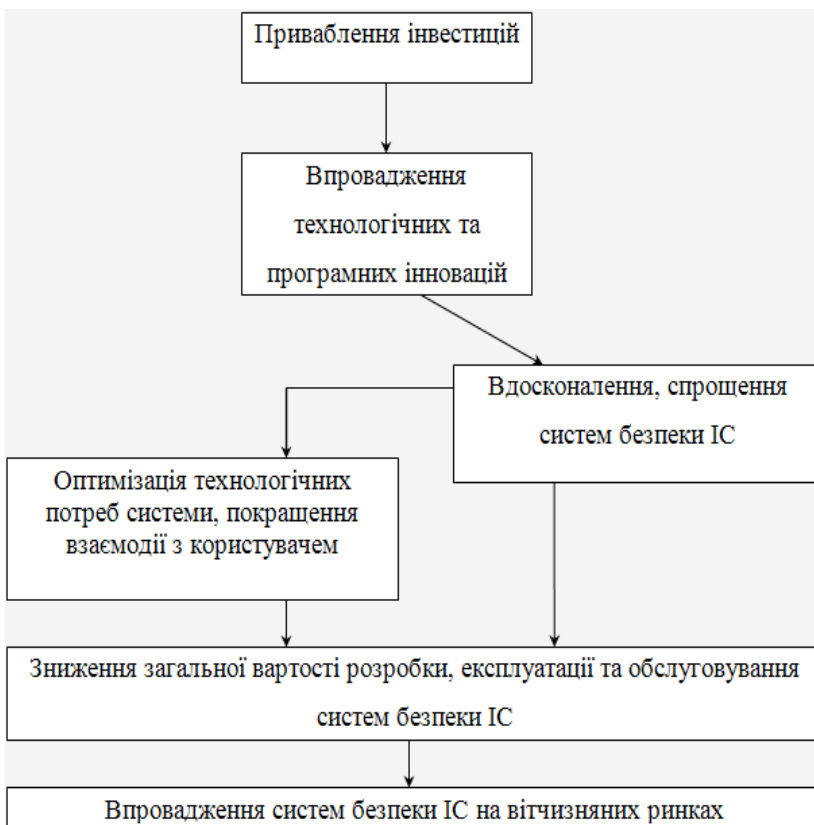


Рис.4. Аналіз цілей

Фаза планування включає в себе визначення допущень і факторів ризику, показників, складання графіку дій та визначення ресурсів. Як би добре не був спланований і підготовлений проект, не все буде йти згідно з планом.

На здійснення проекту і його здатність до саморегулювання будуть, ймовірно, впливати зовнішні фактори, які самі виходять за контрольовані рамки проекту. Для успішного здійснення проекту ці умови слід брати до уваги й включати в якості допущень у четвертий стовпчик логіко-структурної матриці (таблиця 2).

Таблиця 2

Логіко-структурна матриця

Елемент матриці	Індикатори, показники досягнень	Джерела й засоби перевірки	Допущення, ризики, обмеження
<u>Загальна мета</u> Розробка систем безпеки ІС	Випуск нових і вдосконалення вже існуючих систем.	Тестування ІС, випробування, статистичні дані.	Удосконалення методів доступу до даних ІС.
<u>Конкретна мета</u> Впровадження систем безпеки інформаційних систем на вітчизняному ринку.	Підвищення попиту на системи безпеки ІС.	Статистичні дані, моніторинг результатів експлуатації.	Вища вартість і складність керування системою.
<u>Результати</u> 1. Проект системи. 2. Добір оптимальних характеристик системи. 3. Навчений персонал, кінцевий користувач.	Нова оптимізована система. Необхідна організаційно-розпорядча документація.	Результати тестування, звіти пілотних груп, аудити.	Невідповідність існуючим вимогам і стандартам. Фінансові ризики.
<u>Дії (роботи)</u> 1. Проведення передпроектного обстеження. 2. Проектування системи. 3. Впровадження	Уведення системи інформаційної безпеки в експлуатацію.	Інформація про хід проекту. Зворотний зв'язок.	Низька кваліфікація працівників. Конкуренція. Порушення строків робіт.

<u>Кошти (ресурси)</u> 1. Матеріально-технічні засоби. 2. Інформаційні (довідково-пошукові). 3. Кадрові. 4. Фінансові (власні й позикові). 5. Учбово-методологічні.	Комплекс документів. Показники матеріальної й фінансової Звітності. Трудові показники.	Документи про матеріальну й фінансову звітність. Кадрова документація.	Ризик порушення комунікацій. Низька інвестиційна активність. Відсутність інноваційної діяльності.
--	--	---	---

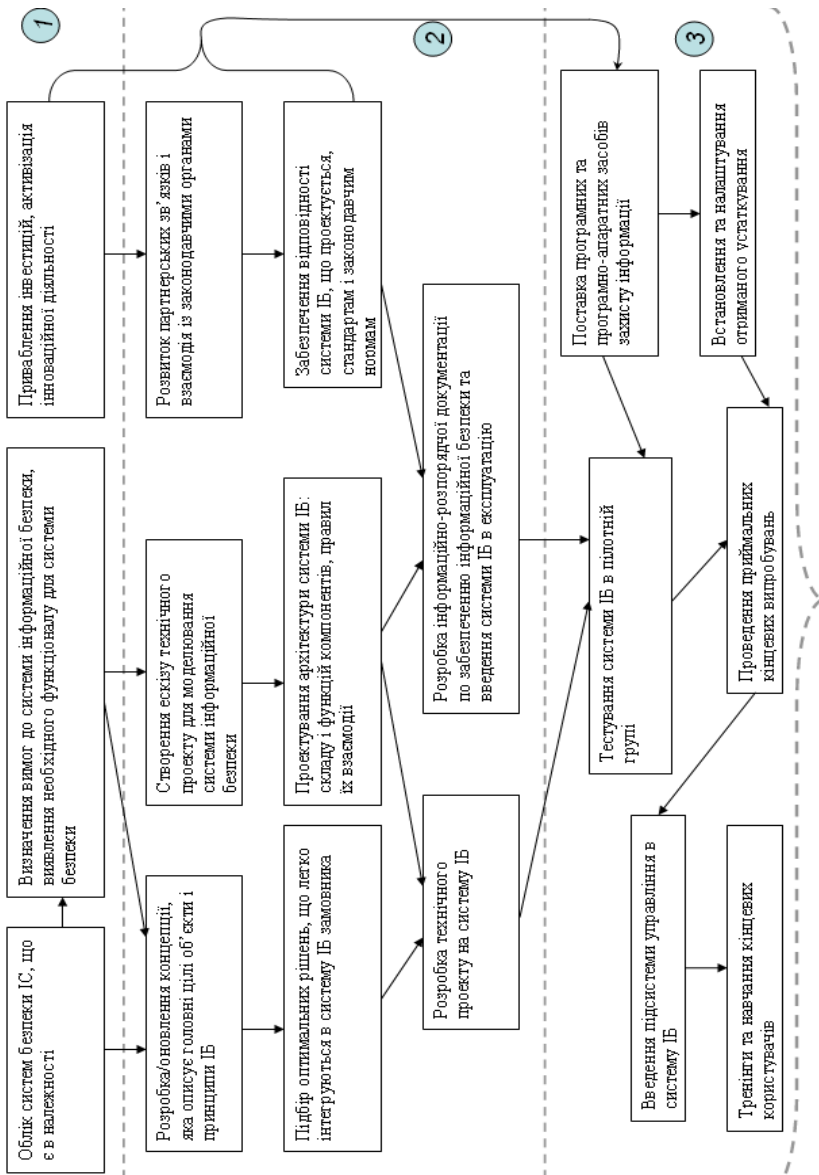


Схема 3. Дерево робіт

Ведення системи інформаційної безпеки в експлуатацію

Метою побудови дерева робіт (схема 3) є забезпечення достатньої їхньої простоти, що полегшує їхню організацію й керування ними. Складання графіка є методом представлення дій у рамках проекту із установленням їх логічної послідовності й взаємозалежності. Він використовується також як засіб визначення відповідальності за проведення дії.

Проаналізувавши сучасні тенденції розвитку загроз та засобів їх нейтралізації, можемо сформулювати деякі рекомендації щодо забезпечення інформаційної безпеки на підприємстві.

1. Необхідно проводити інформативні заняття (тренінги) з комп'ютерної грамотності та технологічних засобів безпеки.

Комп'ютерна неграмотність співробітників є одним із найпоширеніших напрямків порушення інформаційної безпеки на підприємстві. Потрібно розробити основні методи забезпечення безпеки для захисту конфіденційної ділової інформації та регулярно навчати всіх співробітників цим методам. Важливо встановити правила, що описують, як надати запит з інформацією про клієнтів та іншу важливу інформацію, а також як її захищати.

2. Захист інформації, комп'ютерів та мережі від вірусів, шпигунських програм та інших шкідливих кодів.

Антивірусні та антишпигунські програми потрібно встановлювати, використовувати та регулярно оновлювати на кожному комп'ютері, що експлуатується в компанії. Таке програмне забезпечення від різних виробників легкодоступне в Інтернеті. У цей час більшість пакетів програмного забезпечення пропонують передплату на додатки, які забезпечують додаткові рівні захисту. Краще налаштувати автоматичну перевірку на наявність оновлень антивірусного програмного забезпечення в запланований час невисокого завантаження комп'ютера, наприклад, у нічний час, а потім налаштувати ПО на проведення сканування після оновлення.

3. Захист доступу до мережі Інтернет між мережевим екраном (Firewall).

Брандмауер – це безліч взаємозалежних програм, які перешкоджають несанкціонованому доступу шкідливих

програм з Інтернету й локальної мережі. Встановлюється між внутрішньою мережею та Інтернетом. Якщо співробітники працюють у віддаленому доступі, необхідно переконатися, що їхні мережі захищені брандмауерами.

4. Необхідно регулярно оновлювати програмне забезпечення для ОС та додатків по мірі їхньої появи.

Всі постачальники операційних систем регулярно випускають патчі й оновлення для своїх продуктів для виправлення проблем безпеки та поліпшення функціональності. Налаштовувати режими оновлення рекомендується в час невисокого навантаження на окремі комп'ютери та мережу в цілому.

5. Резервні копії важливих даних.

Потрібно регулярно робити резервне копіювання даних на всіх комп'ютерах, що використовуються у вашій компанії. Критичні дані містять у собі текстові документи, електронні таблиці, бази даних, фінансові файли, файли відділу кадрів, а також файли, що містять інформацію по дебіторсько-кредиторській заборгованості. Якщо можливо, резервне копіювання даних автоматично або, принаймні, раз у тиждень.

6. Контроль фізичного доступу до комп'ютерів та мережевих компонентів.

Рекомендується заборонити доступ або використання офісних комп'ютерів невідомими особами. Ноутбуки можуть бути особливо легкою мішенню для злодіяства, тому переконаєтеся, що в неробочий час вони перебувають у безпеці.

7. Захист Wi-Fi мережі.

При використанні Wi-Fi мережі на робочому місці, необхідно переконатися, що вона є безпечною та закритою. У налаштуваннях всіх пристроїв, які повинні працювати в одній бездротовій мережі, повинен бути зазначений однаковий SSID (Service Set Identifier – унікальне найменування бездротової мережі, що відрізняє одну мережу Wi-Fi від іншої). SSID вибирається адміністратором мережі самостійно і може містити до 32 символів. Крім того, слід переконатися, що для доступу до бездротової мережі роутера запитується пароль. Нарешті, важливо, змінити стандартний пароль адміністратора, що був встановлений виробником на пристрої.

8. Створення окремих облікових записів для кожного співробітника.

Встановлення окремого аккаунту для кожного працівника та вимога, щоб для кожного аккаунта використовувалися надійні паролі. Права адміністратора варто давати тільки довіреному ІТ-персоналу та ключовим співробітникам.

9. Обмеження доступ співробітників до даних та інформації, а також обмеження повноважень для встановлення програмного забезпечення.

Не слід надавати кожному співробітникові доступ до всіх даних системи. Співробітники повинні мати доступ тільки до конкретних систем даних, які необхідні їм для роботи, а також не повинні мати можливість встановлювати будь-яке програмне забезпечення без дозволу.

10. Регулярна зміна паролів.

Паролі, які залишаються незмінними, будуть згодом загальновідомі працівникам і можуть бути легко зламані. Паролі повинні змінюватися, принаймні, кожні три місяці.

Висновки і перспективи подальших розробок.

Важливою особливістю сьогодення є перехід від індустріального суспільства до інформаційного, в якому головним ресурсом замість капіталу стає інформація. Виробництво та обіг інформації стали центральною ланкою розвитку економіки. На відміну від недавнього минулого, коли конкурентоспроможність товару багато в чому визначалась наявністю шляхів сполучення і перевезення сировини, сьогодні вона значною мірою залежить від уміння захищати свою ділову, комерційну і технічну інформацію.

Відповідно в умовах сучасної глобалізації суспільства істотно посилюється значення інформаційної безпеки підприємства. При неналежному її рівні всі зусилля затрачені на здобуття інформації будуть зведені нанівець, оскільки вона з легкістю може стати відома конкуруючим фірмам, а це своєю чергою може довести підприємство, до стану нерентабельності, а в подальшому і до її ліквідації.

Стратегію забезпечення інформаційної безпеки організації слід будувати таким чином, щоб вартість захисних засобів і заходів не перевищувала розмір очікуваного збитку. В іншому

ж разі бажання забезпечення своєї інформаційної безпеки стане ще однією загрозою, яка в подальшому має реальні шанси перерости в небезпеку.

Можна визначити, що інформаційна безпека підприємства – це стан захищеності інформаційного середовища організації від внутрішніх та зовнішніх загроз. Зміст інформаційної безпеки полягає у здійсненні ефективного інформаційно-аналітичного забезпечення господарської діяльності підприємства. Відповідні служби виконують при цьому певні функції, які в сукупності характеризують процес створення та захисту інформаційної складової економічної безпеки.

До основних цілей інформаційної безпеки належать:

- запобігання витоку, розкраданню, втраті, спотворенню, підробці інформації;
- запобігання несанкціонованим діям із знищення, модифікації, спотворення, копіювання, блокування інформації;
- запобігання іншим формам незаконного втручання в інформаційні ресурси і системи, забезпечення правового режиму документованої інформації як об'єкту власності;
- захист конституційних прав громадян на збереження особистої таємниці і конфіденційності персональних даних, наявних в інформаційних системах;
- збереження конфіденційності документованої інформації відповідно до законодавства.

Варто зазначити, що інформаційна безпека підприємства має деякі особливості, наприклад, основним питанням початкового етапу впровадження системи інформаційної безпеки підприємства є призначення відповідальних осіб за безпеку і розмежування сфер їх впливу. Також важливою складовою інформаційної безпеки підприємства є інформаційно-аналітична робота. Основним завданням якої є збирання всіх видів інформації, яка може мати вплив на суб'єкт господарювання.

Розглядаючи особливості інформаційної безпеки підприємства, слід зазначити, що лише системний підхід до управління підприємством і безпекою загалом, дозволить ефективно протистояти різного роду загрозам та досягати

позитивних результатів діяльності. Вибір способів захисту інформації в інформаційній системі – складне оптимізаційне завдання, при розв'язку якого потрібно враховувати ймовірності різних загроз інформації, вартість реалізації різних способів захисту й наявність різних зацікавлених сторін. У загальному випадку для пошуку оптимального варіанту вирішенню такого завдання необхідно застосування теорії ігор, зокрема теорії біматричних ігор з ненульовою сумою, що дозволяють вибрати таку сукупність засобів захисту, який забезпечить максимізацію ступеня безпеки інформації при даних витратах або мінімізацію витрат при заданому рівні безпеки інформації.

Після вибору методів і механізмів необхідно здійснити розробку програмного забезпечення для системи захисту. Програмні засоби, що реалізують обрані механізми захисту, повинні бути піддані комплексному тестуванню. Слід зазначити, що без відповідної організаційної підтримки програмно-технічних засобів захисту інформації від несанкціонованого доступу й точного виконання передбачених проектною документацією механізмів і процедур не можна вирішити проблему забезпечення безпеки інформації, збереженої в інформаційній системі.

Список використаної літератури

1. Концепция инновационных бизнес-моделей сегмента мобильных приложений ИТ-рынка / М.П. Чайковская // Актуальные проблемы и перспективы развития экономики Украины: Материалы XII МНПК – Саки: Феникс, 2013. – с. 70-71.
2. Чайковская М.П. Модель управления информационной безопасностью виртуальной ИТ-инфраструктуры/ М.П. Чайковская // Проблеми економічної кібернетики: Матеріали XVII Всеукраїнської науково-методичної конференції, Том 2. - Одеса, ОНПУ, 2012. – с. 72-73.
3. Symantec Norton Report 2013 - [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://www.securelist.com/ru/analysis/20805082>
4. Азеев А.С. Использование ЛСП в управлении проектами как эффективной формы представления проекта / А.С. Азеев // Управління проектами в умовах транзитивної економіки:

Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції магістрантів, аспірантів та науковців. Том 1. — Одеса : ОДАБА, 2013. - С. 20 – 23.

5.Еркин А.В.Понятие информационной безопасности – от индустриального общества к информационному/ А.В.Еркин// Журнал «Информационное общество», 2012, вып.1. – с.68-74.

6.Атре Ш. Структурный подход к организации баз даних/ Ш.Атре. – М.: Финансы и статистика, 2003. - 250 с.

7.Гайкович В. Безопасность электронных банковских систем/ В.Гайкович, А.Першин. – М.: ЕЕР, 2009. – 140 с.

3.2. ФОРМУВАННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ВИПУСКНИКІВ ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ: НАУКОВО-ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Роль освіти, вищих навчальних закладів (надалі – ВНЗ), як первинної ланки підготовки кадрів, постійно зростає. Сучасний цивілізаційний розвиток висуває до вищої школи вимоги підготовки фахівців, здатних в умовах динамічних змін у суспільстві в короткі терміни пристосовуватися до реалій та вимог ринку праці. Успішність працевлаштування випускників ВНЗ, динаміка їх подальшого кар'єрного росту - це критерії, за допомогою яких можна оцінити ефективність роботи не тільки системи вищої освіти, але й кадрової політики суспільстві в цілому.

Ринок освітніх послуг відображає певну полярність суспільства: з одного боку, це бажання споживачів отримати вищу освіту заради диплома, проте у іншій частині населення є потреба в опануванні такими компетенціями, які б забезпечили їм у майбутньому можливість виконання професійно-кваліфікаційної, творчої роботи. Такі тенденції в усі часи мали прояв, та посилюються в сучасних економічних умовах, коли інформація і знання займають домінуюче місце, оскільки вони «як безпосередня продуктивна сила, стають найважливішим фактором сучасного господарства» [1].

Одним з базових постулатів Болонської системи, до якої Україна приєдналася ще на початку ХХІ ст. є «навчання протягом життя». Відповідно до нього, систему підготовки фахівців певної галузі, наприклад, галузі зв'язку, можна розглядати як таку, що складається з взаємодоповнюючих етапів: навчання в закладах, де надають фахову освіту, самонавчання та подальше навчання через систему підвищення кваліфікації на підприємстві або у спеціальних закладах освіти. Механізм становлення такої системи полягає у формуванні корпоративних орієнтирів, розвитку здатності персоналу до прийняття самостійних рішень та до відповідальності за них. Саме цю мету переслідує складова освіти, яка відповідає викликам сьогодення щодо якісної спеціальної підготовки фахівців. Ефективність роботи такої системи залежить як від

складу навчальних програм ВНЗ, від наявності ресурсів для їх реалізації, а також від принципів тенденцій освітньої політики держави, що трансформуються через форми, методи та технології навчання і засвоєння отриманих знань, вмінь, навичок.

Процеси ринкової розбудови в національній економіці супроводжуються постійним загостренням конкуренції, яка охоплює не тільки виробничу, але й інші сфери, зокрема, освітні послуги. Ситуація, яка складається на вітчизняному ринку освітніх послуг з кожним роком стає все більш напруженою. По-перше, на ринок рішуче починають виходити все більше комерційних ВНЗ, які завдяки своїй мобільності, розвиненій матеріально-технічній базі і, в деякій мірі більш гнучкій ціновій політиці, забезпечують поступове збільшення своєї частки на ринку освітніх послуг. По-друге, скорочення бюджетного фінансування вищої освіти вимагає від ВНЗ активного пошуку інших видів надання освітянських послуг як джерел залучення фінансових ресурсів для свого стабільного розвитку [2, с.47].

За таких умов, актуальною стає проблема підготовки конкурентоспроможних на ринку праці фахівців шляхом оптимізації (підвищення, оновлення) знань та навичок, що набула людина у попередні періоди свого трудового життя, отже зміст освіти в сучасному глобалізованому світі швидко старіє, й на це повинні реагувати не тільки керівництво ВНЗ, а й роботодавці, як замовники фахівців для певної галузі шляхом оперативного перегляду складу дисциплін, що викладаються, їх обсягів та змісту [3, с.193]. В сучасному світі вартість інтелектуального продукту в міжнародному економічному обміні майже сягає вартості товарної маси. Враховуючи те, що наукомісткі технології досить швидко застарівають, стає зрозумілою необхідність розвивати освіту та науку, розвивати власні наукомісткі технології, впроваджувати їх в усі сфери громадянської діяльності, а також шукати можливості підвищення конкурентоспроможності вищої освіти за умов глобалізації.

Якщо розглядати визначення конкурентоспроможності щодо будь-якого іншого товару, то його зміст полягає в наступному: конкурентоспроможність товару – це відносна й узагальнена характеристика товару, що виражає його вигідні відмінності від товару-конкурента за ступенем задоволення потреби і за витратами на її задоволення [4].

Таким чином, комплекс конкурентоспроможності будь-якого товару складається з трьох груп: технічних, економічних і соціально-організаційних. Якщо розглянути ці елементи стосовно конкурентоспроможності випускника ВНЗ, то ми отримаємо наступні параметри:

1) технічні – спеціальність і спеціалізація, обсяг освоєної програми в годинах, дисциплінах, рівнях підготовки, відповідність стандарту, документ про освіту;

2) економічні – витрати на підготовку випускника з урахуванням усіх складових витрат;

3) соціально-організаційні – облік соціальної структури споживачів, в даному випадку самих випускників та роботодавців, національних і регіональних особливостей організації виробництва.

Специфіка випускника як товару полягає в тому, що його конкурентоспроможність має тривале користування. Саме тому потрібен значний час для того, щоб отримати статус «конкурентоспроможного випускника». Якщо ж це трапляється, то протягом досить довгого часу навчальний заклад може користуватися цим статусом, як свого роду гарантією. Разом з тим одного разу завойована конкурентоспроможність висуває підвищені вимоги до організації навчального процесу ВНЗ.

Заслуговує на увагу підхід, що ґрунтується на положеннях теорії людського капіталу, за якою конкурентоспроможність людського капіталу розглядається як сукупність кількісних та якісних характеристик працівника, які відповідають вимогам економічних суб'єктів та задовольняють їх потреби у певному кваліфікаційному рівні найманого персоналу.

За таких умов конкурентоспроможність людського капіталу стає основним засобом боротьби на ринку праці, а саме отримання робочого місця, максимально можливої оплати праці та соціального захисту тощо [5].

А. І. Кузьмінський [6] наголошує, що головне завдання професійної школи полягає в тому, щоб забезпечити оптимальні соціально-економічні й психолого-педагогічні умови для належного інтелектуального розвитку громадян. Це має здійснюватися шляхом перебудови системи навчання, вибору таких типів, форм, засобів, методів і прийомів пізнавальної діяльності, які б забезпечували залучення кожного учня, студента до самостійної навчальної діяльності. Звідси ефективність навчання на будь-якому рівні слід оцінювати за рівнем інтелектуального розвитку особистості. Одним з основних постулатів, на яких має ґрунтуватися освітня діяльність – це забезпечення інтелектуального розвитку особистості, оволодіння нею ефективними методами самостійної пізнавальної діяльності, формування у молодих поколінь високих морально-духовних якостей на засадах загальнолюдських і національних цінностей.

Ґрунтуючись на цій позиції, можна стверджувати, що конкурентоспроможність фахівця у будь якій сфері діяльності визначається якостями особистості, зокрема професійними й особистісними, якістю діяльності та її потенційними можливостями.

Поряд з теоретичним визначенням існує практична задача систематизації якостей конкурентоспроможності фахівця, оскільки це стосується соціокультурного і особистісного самовдосконалення людини. Науковці до структури конкурентоспроможності особистості включають професійні, психологічні і особистісні характеристики; якості пізнавальні, виробничі і соціальні; індивідуальні здібності; ціннісні орієнтації; професійні компетентність і кваліфікацію.

Це дозволяє стверджувати, що конкурентоспроможність фахівця не можна зводити лише до професійного аспекту.

Не менш важливими є позапрофесійні, соціально-зумовлені аспекти компетентності особистості. Від того, яке враження здійснить майбутній фахівець на роботодавців і оточуючих, значною мірою залежатиме його соціальний і професійний успіх. Тому до структури конкурентоспроможності особистості майбутнього фахівця має

входити як професійно-значущі, так і соціально-затребувані якості особистості.

Аналіз результатів наукових досліджень свідчить, що у даний час певною мірою сформувалось уявлення про пріоритетні якості, які визначають конкурентоспроможність фахівця, але відкритим залишається питання структурування і змісту основних складових цієї властивості особистості.

Поглиблений аналіз підходів, адекватних нашій точці зору, виявив, що під конкурентоспроможністю випускника ВНЗ розуміється три різних явища (табл.1), поєднаних з етапами формування і оцінки конкурентоспроможності в ході освітньої і після освітньої діяльності випускника ВНЗ (рис. 1):

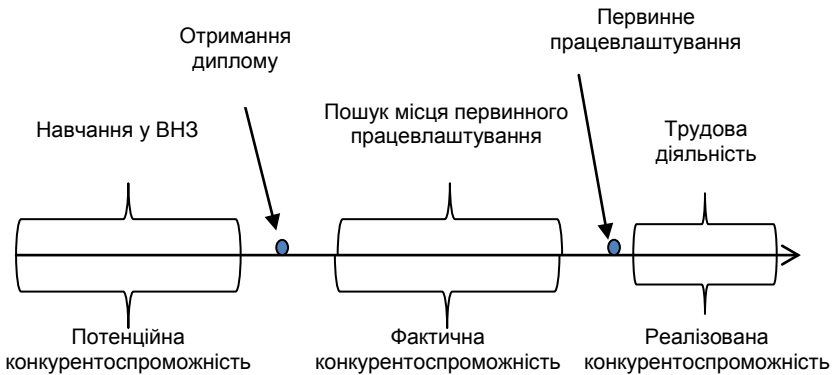


Рис. 1. Реалізація типів конкурентоспроможності в залежності від етапу діяльності студента/випускника ВНЗ

Очевидно, що саме реалізована $K_{\text{ВНЗ}}$ є об'єктивним показником результативності діяльності ВНЗ по підготовці фахівця, однак фактично освітній процес націлений на підвищення потенційної конкурентоспроможності студента (випускника) ВНЗ.

Розуміння конкурентоспроможності ґрунтується на поєднанні категорій, використовуваних в педагогіці (компетентнісний, когнітивний, діяльнісний компоненти), психології (особистісний компонент й особистісні якості), економіці та соціології (відповідність вимогам ринку праці, успішне працевлаштування, професійні якості).

Таблиця 1

Типологізація основних видів конкурентоспроможності випускника ВНЗ ($K_{в\text{ВНЗ}}$)

Тип $K_{в\text{ВНЗ}}$	Характеристика	Засіб діагностики (показники)	Примітка
Потенційна $K_{в\text{ВНЗ}}$	<p>Передбачувана, імовірна успішність працевлаштування студента після закінчення ВНЗ, обумовлена надбаними за період навчання якостями</p>	<ul style="list-style-type: none"> - формальні показники успішності; - показники результативності та інтенсивності пізнавальної, науково-дослідницької та іншої діяльності; - комплексні технології оцінки (компетентнісні, портфоліо тощо) 	<p>Для підвищення достовірності оцінки необхідні діагностика та прогнозування стану ринку праці на момент випуску студента з ВНЗ щодо рівнів та профілів вимог роботодавців, а також насиченість ринку праці робочими місцями, відповідними заявленому рівню вимог</p>
Фактична $K_{в\text{ВНЗ}}$	<p>Успішність проходження випускником ВНЗ тимчасового лага від моменту отримання диплома до працевлаштування</p>	<ul style="list-style-type: none"> - швидкість знаходження місця працевлаштування; - кількість позитивних відгуків роботодавців; - наявність/відсутність вимушеного скорочення рівня вимог шукача робочого місця 	<p>Діагностика істотно ускладнена в силу різноманіття факторів, що детермінують (в тому числі обрана стратегія працевлаштування, наявність неформальних ескалаторів, психофізіологічні особливості контрагентів)</p>

Тип К _в ВНЗ	Характеристика	Засіб діагностики (показники)	Примітка
Реалізована К _в ВНЗ	Ступінь реалізації вимог випускника ВНЗ при первинному (цільовому) працевлаштуванні	- рівень задоволеності працевлаштуванням (параметрами робочого місця)	Для підвищення об'єктивності діагностики слід враховувати також рівень відповідності здобувача вимогам роботодавця (робочого місця)

Сутність конкурентоспроможності випускника ВНЗ та її функціональну структуру пропонується визначати через особистісні і професійно-діяльнісні компоненти. На рис. 2 наведено структуру конкурентоспроможності випускника ВНЗ як особистості та його діяльність в умовах конкуренції з метою задоволення потреб споживачів, зокрема роботодавців.

До особистісних компонент конкурентоспроможності випускника ВНЗ рекомендується відносити аксіологічну, когнітивну, праксеологічну та рефлексивну компоненти.

Аксіологічна компонента визначає ціннісну спрямованість і умотивованість особистості, її діяльність і вчинки, вміщує внутрішні спонукальні сили особистості. Ця складова вміщує мотиви і цінності, пов'язані з майбутньою професією, забезпечує засвоєння знань і самовдосконалення в професійній сфері. Вона:

- відображає ціннісні орієнтації особистості, позитивну установку на різноманітні види соціально-значимої активності, потреби самоактуалізації, самоствердження, самовираження, саморозвитку;

- передбачає прагнення до морального самовдосконалення, з'ясування особистих перспектив, конкурентоспроможну поведінку, самовдосконалення відповідно до ідеальної моделі конкурентоспроможної особистості;

- охоплює мотивацію до професійного зростання, самоствердження, самореалізацію, організованість, готовність до оперативної зміни спрямованості професійної діяльності.

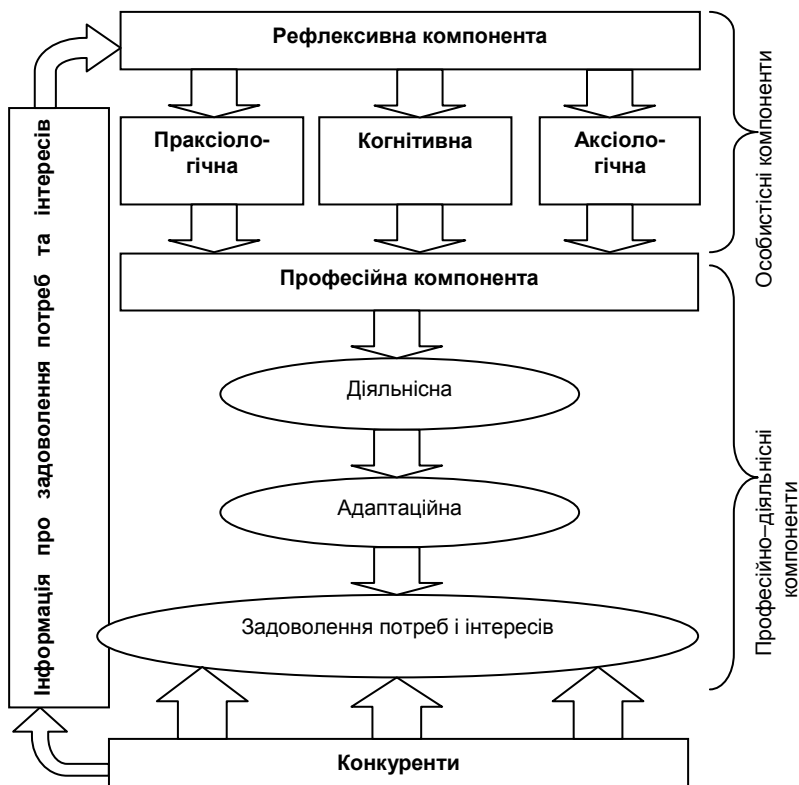


Рис. 2. Функціональна структура конкурентоспроможності випускника ВНЗ

Когнітивна компонента вміщує пізнавальні здібності особистості, що формують компетенції теоретичної і практичної спрямованості щодо сприйняття і переробки зовнішньої інформації, і утворює знання основних категорій, принципів і закономірностей діяльності, знання про сутність професії, знання і вміння самопізнання і самооцінки власного професійного потенціалу.

Когнітивна компонента визначає ступінь розвитку здібностей до самоаналізу, самооцінки, рефлексії, характеризує готовність до самоосвіти, самовдосконалення, творчої активності. Структуру когнітивної компоненти складають знання, інтелектуальні вміння, які характеризують здібності розумової обробки інформації, якісне виконання певної діяльності на основі наявних знань або використання знань у змінних умовах. Теоретичний аспект когнітивної компоненти передбачає наявність знань і здібність їх здобувати, аналізувати, осмислювати, практичний полягає у «баченні» майбутнім спеціалістом реального використання своїх знань у власній практичній діяльності.

Парксіологічна компонента відображає поведінкові компетенції особистості, що забезпечують її ефективну діяльність. Основну цієї компоненти складають вміння і навички пізнання інших людей, зокрема ідентифікації (подібність себе іншому) та емпатії (адекватне уявлення про емоційний стан іншого), а також такі якості особистості, як гнучкість, прагнення до постійного професійного зростання, креативність і творчість в діяльності, поновлення знань тощо. Соціальність парксіологічної компоненти виявляється у здатності особистості розв'язувати соціально значущі задачі, спільно виробляти рішення і брати участь в його реалізації, брати на себе відповідальність, ефективно взаємодіяти з оточуючими в системі міжособистісних стосунків, а також здатність до соціальної адаптації.

Відносити до професійно-діяльнісних компонент конкурентоспроможності фахівця пропонується професійну, діяльнісну і адаптаційну компоненти.

Професійна компонента охоплює компетенції фахівця, що визначають професіоналізм діяльності, який, у свою чергу, відбивається в ефективності і якості результатів, а також відображає професійний і соціальний статус фахівця, прагнення до особистісних і професійних досягнень. Професійна компонента виявляється в умовах стабільної діяльності, охоплює професійний бік конкурентоспроможності, але вона сама по собі може бути і не затребувана на ринку праці. Структура і зміст професійної компоненти визначається

специфікою професійної діяльності і базується на інтересі до професії, професіоналізмі, професійної самодостатності, професійної мобільності, відображає позицію суб'єкта праці і вміщує в собі результат реалізації компетенцій і характеристик інших особистісних компонент.

До професійних якостей особистості при цьому слід відносити професійну компетентність (знання, вміння, навички, компетенції) на рівні, необхідному для розв'язання професійних завдань, досвід роботи, знання з суміжних спеціальностей [7].

Діяльнісню компоненту конкурентоспроможного фахівця ми визначаємо як активну складову діяльності людини, як таку, що спрямована на предмет праці, на соціальне середовище і самого себе. У професійному співтоваристві його учасники займають однорідні соціальні позиції, мають певний професійний статус. Відповідно, ідентичність засвоєння цінностей забезпечується ідентичністю вимог, що окреслюється професійним статусом. Механізм цього процесу закладений у професійну роль, засвоєння якої дозволяє розуміти і засвоювати цінності професійної діяльності.

Свого часу А. Маслоу вказував на нерозривний зв'язок особистості і професійної діяльності, зазначаючи, що в процесі професійної праці, що відбувається у певних соціально-економічних умовах, формуються не лише окремі функціональні системи і психічні процеси людини (професійне сприйняття, пам'ять, мислення і т.п.), але і його особистість, що призводить до утворення соціально-професійного типу особистості з визначеними ціннісними орієнтаціями, характером, особливостями міжгрупового і внутрігрупового спілкування тощо [8].

Під якістю діяльності слід розуміти здібність робити вибір і приймати відповідальне рішення, орієнтацію на ефективність і якість, творче відношення до справи, системне бачення проблеми, а головне – це відповідність вимогам роботодавця, робочого місця в умовах суперництва.

Адаптація – це процес пристосування фахівця до нових професійних, соціальних і організаційно-економічних умов праці, який слід характеризувати, перш за все, як процес

соціальної адаптації, спрямований на набуття людиною своєї цілісності шляхом інтеграції особистісної, соціальної і культурної сфер її життєдіяльності.

Адаптаційна компонента, як елемент конкурентоспроможності фахівця, визначається процесами перебудови діяльності і поведінки особистості у відповідь на нові вимоги оточуючого середовища. Це безперервні процеси оволодіння професійними і особистісними якостями для зростання конкурентоспроможності в умовах, що постійно змінюються. Результатом таких процесів є формування самосвідомості і рольової поведінки, адекватних зв'язків з оточуючими, прийняття індивідом своєї соціальної ролі, а також узгодження самооцінки і прагнень особистості з його можливостями і з реальністю соціального середовища. Швидкість процесів адаптації і задоволення потреб і інтересів суб'єктів соціального середовища, зокрема роботодавців, у порівнянні з іншими, є показником рівня конкурентоспроможності фахівця.

Успішність адаптаційних й інших процесів значною мірою залежить від рефлексивної компоненти, яка об'єднує компетенції самопізнання і самоаналізу цінностей, інтересів, мотивів, ефективності діяльності і вчинків особистості та наступного формування коректувального впливу на інші складові.

Основу рефлексивної компоненти складають механізм осмислення людиною власних мотивів, вчинків і отриманих результатів, здібності адекватної діагностики своїх дій і дій членів колективу, прогнозування власного особистісного і професійного росту. Сукупність вказаних характеристик особистості визначає і активізує внутрішні механізми, які коригують інші професійні і особистісні складові, завдяки чому мобілізуються резерви для розвитку конкурентоспроможності фахівця.

Концепція людського капіталу передбачає постійний людський розвиток, навчання протягом всього життя, надбання нових, знань, вмінь, підтримку здоров'я та належного рівня життя. Проте, слід зазначити, що розвиток є неможливим без матеріальних та нематеріальних інвестицій на будь-якому етапі

життя людини. Так само і формування конкурентоспроможного фахівця є неможливим без інвестування. Тому, визначаючи життєвий цикл конкурентоспроможності сучасного фахівця, слід враховувати роль і вплив інвестицій в цьому процесі. В даному контексті запропоновано схему моделі розвитку конкурентоспроможного фахівця (рис. 3), яка включає в себе два етапи що в сукупності складаються з трьох взаємопов'язаних фаз, на кожній з яких відбувається окремий процес, що безпосередньо впливає на формування конкурентних переваг особистості, її професійне, кар'єрне зростання та майбутній рівень доходу. Кожна з фаз знаходиться під дією широкого кола чинників, соціального, економічного та суспільного характеру, які за допомогою соціальних інститутів (суб'єктів) впливають на розвиток конкурентоспроможності фахівця. До ключових суб'єктів зазначеного процесу відноситься: родина, органи міської та державної влади, заклади освіти всіх рівнів та ступенів, заклади з надання послуг професійної орієнтації населення та безпосередні суб'єкти господарювання, при цьому роль кожного з суб'єктів різниться від фази становлення, на якій в певний момент знаходиться фахівець.

Першим структурним елементом моделі розвитку конкурентоспроможного фахівця є етап формування який включає в себе фазу становлення та фазу інвестування. Фаза становлення починається від народження людини до початку професійного навчання. її основною метою є професійне та життєве самовизначення індивіда. В цей період, в першу чергу, відбувається становлення дитини як особистості, її індивідуальне самовизначення в суспільстві, інтелектуальний і творчий розвиток. Особливу роль на цьому етапі посідає родина, адже саме вона за допомогою сімейно-побутового виховання закладає основу особистості, її ціннісні орієнтири та життєві пріоритети, допомагає визначити і розвинути існуючі здібності, що в майбутньому впливатимуть на професійний вибір.

Стосовно розвитку інтелектуальних і творчих здібностей, слід зазначити, що в цьому процесі окрім родини безпосередню участь приймають навчальні заклади загальної освіти, а також заклади позашкільного навчання.

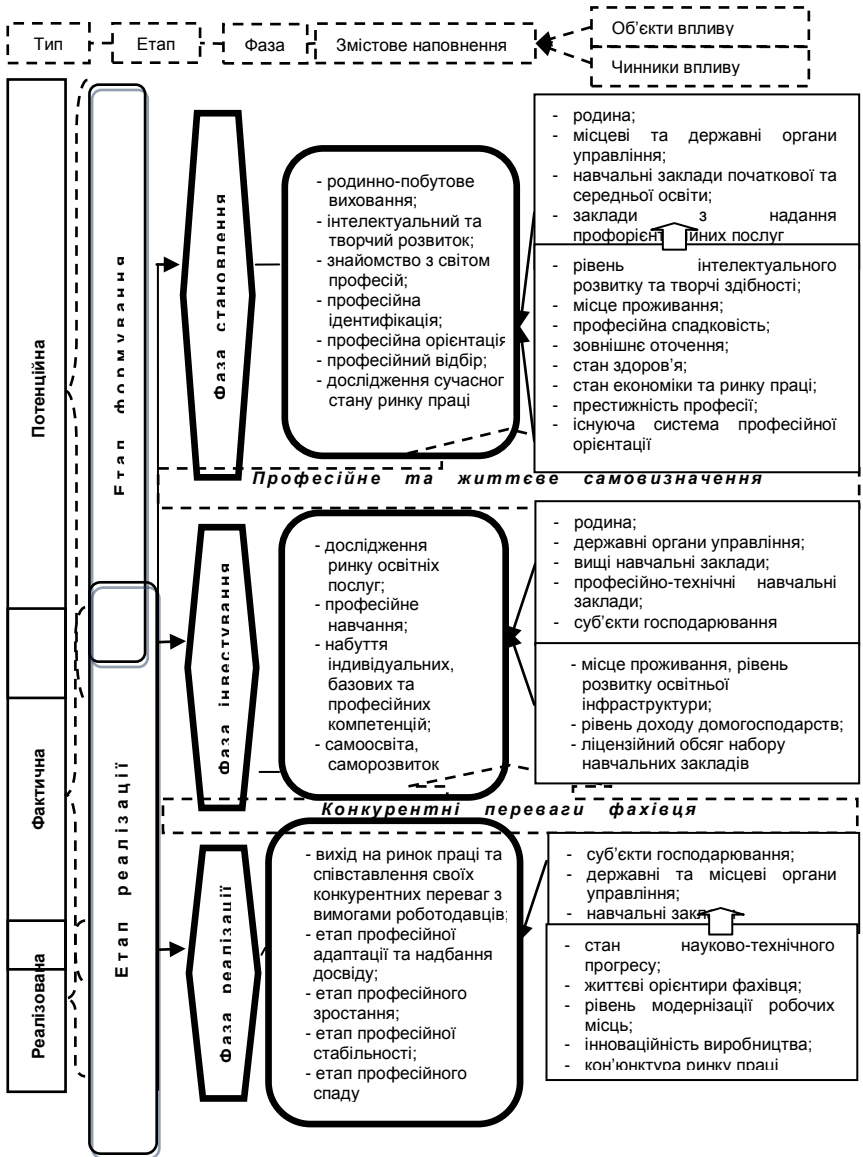


Рис. 3. Модель розвитку конкурентоспроможності випускника ВНЗ

Основна їх функція полягає в оволодінні, накопиченні та вдосконаленні знань, формуванні відповідного творчого потенціалу, наданні навичок самостійності та, найголовніше, вміння навчатися, адже в умовах функціонування економіки, заснованої на знаннях, саме це вміння є запорукою майбутньої високої конкурентоспроможності на ринку праці.

Головною складовою фази становлення особистості як фахівця є безпосередній вибір майбутньої професії. Цей процес розпочинається ще в ранньому дитинстві, коли дитина вперше зустрічається з різноманітним колом видів діяльності та шляхом практично-пізнавальних навичок, знайомиться з кожним з них, таким чином, свідомо чи несвідомо, формуючи свої перші професійні вподобання.

Слід зазначити, що в сучасних умовах стрімкого розвитку економічних систем, науково-технічного прогресу та різноманітності сфер діяльності, професійне самовизначення особистості є майже неможливим без кваліфікованої допомоги фахівців. Тому чільне місце на фазі становлення посідає саме професійна орієнтація та органи, які безпосередньо надають ці послуги. Система професійної орієнтації допомагає визначитись людині в світі професій, професійно оцінити та співвіднести свої здібності та схильності, надає інформацію щодо стану ринку праці в регіоні та країні, визначає сфери професійної діяльності, які найбільш підходять тій чи іншій людині. Таким чином основним критерієм переходу від першої фази (становлення) до фази інвестування є визначення майбутньої професії, що особа бажає отримати.

На другій, інвестиційній фазі, на основі професійного та життєвого самовизначення відбувається безпосереднє оволодіння обраною професією, першим кроком якого є вибір навчального закладу для отримання освіти. Обираючи навчальний заклад, абітурієнт вивчає ринок освітніх послуг, визначається з місцем і формою навчання. Найчастіше на вибір впливають такі чинники, як місце проживання, територіальна віддаленість навчального закладу, існуючий ліцензійний обсяг набору і кількість бюджетних місць, вартість навчання та престижність вузу, друзі, знайомі з кола студентів.

Особливістю другої фази є те, що процес навчання повинен бути безпосередньо прив'язаний до структури попиту на ринку праці, враховувати наперед перспективні вимоги роботодавців, оскільки процес старіння знань є доволі швидким. Крім того, вважається, що випускник навчального закладу, який не поповнює свої знання, щорічно втрачає 10% отриманої інформації, а для того, щоб підтримувати свою кваліфікацію, необхідно отримувати 20% нових знань щорічно. Тому вагому роль у процесі освіти посідає самостійне навчання і є невід'ємною частиною процесу формування конкурентних переваг, що визначається у прагненні особистості до постійного саморозвитку, в тому числі й в професійній сфері, здобутті додаткових знань, вмінь і навичок.

Другим етапом в житті фахівця є фаза реалізації, на якій починається безпосередня професійна діяльність особистості, що забезпечує певний рівень доходу та суспільного визнання.

Ключовою стадією цієї фази є вихід особистості на ринок праці, де відбувається конкурентна боротьба між однорідними фахівцями за отримання найвигіднішого робочого місця та можливість реалізувати свій трудовий потенціал. Найчастіше це змагання призводить до подальшого просування в рамках фази реалізації, але іноді в зв'язку з нездатністю конкурувати з іншими, або ж невідповідністю структури знань, вмінь та навичок потребам роботодавців, фахівець змушений повертатись до інвестиційної фази з метою отримання нових конкурентних переваг. Тому цей етап є центральним у визначенні конкурентоспроможності випускника ВНЗ та ефективності попередніх інвестицій. Є випадки, коли фахівець, знаходячись на будь-якій стадії фази реалізації, завдяки впливу різного кола чинників, наприклад, зміни структури виробництва, невдалого попереднього професійного визначення, відсутності відповідних якісних характеристик, може повертатись до етапу формування, як випускника.

Таким чином, побудова моделі розвитку (життєвого циклу) конкурентоспроможності випускника ВНЗ та аналіз змістовного наповнення етапів моделі дозволяють виявити напрямки розвитку фахівців у ВНЗ та в подальшому житті

зادля надбання ними основних конкурентних переваг на ринку праці за умови інвестиційної підтримки.

Список використаної літератури

1. Дмитрієв В. Особливості ринку освітніх послуг у системі вищої освіти [Електронний ресурс] / В.Дмитрієв. – Режим доступу: <http://www.narodnaosvita.kiev.ua/vupysku/18/statti/dmitriev.htm>
2. Белаш О. Ю. О маркетинговой деятельности в государственном вузе / О. Ю. Белаш // Маркетинг в России и за рубежом. – № 1. – 2006. – С.44 - 49
3. Бакова І.В Вдосконалення механізмів підвищення якості фахівців – вимога сучасного цивілізаційного розвитку / І.В Бакова, Л.Р.Синецька // Менеджмент підприємницької діяльності: Матеріали ХІ Всеукр. наук. практ. конф. студентів, аспірантів і докторантів, 4-5 апреля 2013, Сімферополь / МОНУ, Таврійський НУ ім. В.И.Вернадського [и др.]; Сімферополь «ДИАЙПИ», 2013. – С.191-194.
4. Конкурентоспроможність товару [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://marketing-helping.com>
5. Куревіна І.О. Конкурентоспроможність людського капіталу України в умовах міжнародної трудової міграції [текст]: автореф. дис. ... канд. екон. наук: 08.00.02 / І. О. Куревіна; НАН України. Ін-т світ. економіки і міжнар. відносин. – Київ, 2008. – 20 с.
6. Кузьмінський А.І. Педагогіка вищої школи [текст]: навчальний посібник / А.І. Кузьмінський. – К.: Знання, 2005. – 486 с.
7. Станкевич І.В. Компетентність, як фактор конкурентоспроможності випускників ВНЗ на ринку праці: матеріали міжнар. конф. «Мультинаукові дослідження як тренд розвитку сучасної науки» (Київ, 13 квітня 2013); у 2-х частинах / І.В. Станкевич, Ю. М. Запорожець. – К.: Центр наукових публікацій. – Ч II (Економічні науки. Мистецтвознавство). – 2013. – С. 31 – 35.
8. Абрахам Маслоу. Мотивация и личность = Motivation and Personality / Пер. А..М. Татлыбаевой. — СПб.: Евразия, 1999. — 478 с

3.3. З ДОСВІДУ СТАНОВЛЕННЯ І РОЗВИТКУ НАУКОВО-НАВЧАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ КРЕМЕНЧУЧЧИНИ «ПРОФІЛЬНА ОСВІТА РЕГІОНУ»

Анотація. Стаття А.П. Самодрин, П.І. Сокурєнка «З досвіду становлення і розвитку Науково-навчального комплексу Кременчуччини «Профільна освіта регіону» стосується проблеми досконалості системи освіти України, трансформації освітнього простору в нову якість – ноосферну, можливості школи ХХІ ст. забезпечувати відповідну соціальну свідомість і нову етику.

Ключові слова: профільне навчання, система освіти, регіон, особистість.

Актуальність. Зараз до явищ життя можна підходити з задатком успіху тільки емпірично, не рахуючись з гіпотезами, висловив Володимир Іванович у травні важкого 1921 року, ...тільки такий підхід відкриває нові риси, ... (вводить) новий принцип або аксіому в науку (Із щоденників. Травень, 1921 р.). Для В.І. Вернадського людина була найвищим продуктом еволюції природи, істотою космічною, наділеною нескінченними потенціями індивідуального й історичного розвитку, здатною мислити й діяти не тільки в аспекті окремої особистості, сім'ї або роду, держави або їх союзів, але й у планетарному аспекті. На думку вченого, значна динаміка сучасної епохи спричинена трьома загальними для всього людства обставинами: розвитком знання та його науковою організацією, демократизацією суспільства та державного життя, поширенням єдиної культури на всю земну кулю.

Зауважимо, якщо 1921-й – був початком Нового часу для нашої країни, то 2013-й (нинішній) знаменує далеке місце України за індексом людського розвитку відносно країн-світових лідерів. Для зрушення ситуації щодо якості життя українців на краще ми вдалися до розробок ідей В.І. Вернадського в освіті (з 1991 р.).

Уточнимо, думки видатного вченого планетарного рівня В.І. Вернадського (1863-1945), засновника понад 30 наук, нині згодилися на те, щоб сучасне людство виробило власну

стратегію на поточне століття – Програму дій «Порядок денний на XXI століття» (Ухвалена конференцією ООН з навколишнього середовища в Ріо-де-Жанейро, Саміт «Планета Земля», 1992 р.).

Конференція «Ріо+20» (2012 р.) фактично змусила мету соціуму в цілому відшукувати як порядок серед хаосу – у самовизначенні кожної особистості. А це значить – гостро стоїть питання механізмів створення великих особистостей локально, насамперед – регіонально.

Регіон біосферний – відносно замкнуте територіальне недержавне соціально-виробниче утворення, яке характеризується відносною самодостатністю й здатністю до самовідтворення соціально-виробничих функцій і відповідної інфраструктури, вбудоване у функціональну структуру космобіотизованого геопростору; територія адміністративної області, краю, група адміністративних районів або окремих район, містить у своєму центрі мегаполіс (місто або систему міст), щільність населення спадає від центру до периферії. Така форма має свій зміст: взаємодія суб'єктів у процесі відтворення умов життєдіяльності; матеріально-речовинні фактори, що виступають основою відтворення; кількісні і якісні показники, що характеризують результат – рівень соціально-економічного розвитку. Крім цього, у регіоні існують функціональні внутрішньо-системні зв'язки, що впливають із відносин власності, відносин по розподілу предмету влади й повноважень. Регіон має самоврядний механізм, елементи якого взаємозалежні й доповнені механізмом зовнішнього регулювання. Такі якості, як відносна відособленість, цілісність, комплексність, структурованість, підпорядкованість єдиної мети зв'язкам із зовнішнім середовищем і визначають біосферний регіон як складну соціальну систему, яку забезпечує освіта [10; 11; 17].

Для вирішення нагального регіонального проекту на теренах Кременчуччини – феномену інноваційного розвитку – здійснюється утворення Науково-навчального комплексу багаторівневої безперервної освіти «Профільна освіта регіону», започатковано як освітній округ (наказ МОНМС України № 1193 від 14.10.2011 р.). На даний момент до проекту

долучаються освітні заклади Кременчуцького біосферного регіону (м. Кременчука, м. Комсомольська, Кременчуцького, Глобинського, Козельщинського районів Полтавської області, м. Світловодська, Світловодського і Онуфріївського районів Кіровоградської області) під науковою орудою Кременчуцького інституту Дніпропетровського університету імені Альфреда Нобеля (далі – КІДУ) : ВНЗ 1-3 рівнів акредитації – 4, загальноосвітні школи Кременчуччини – 22.

Проектування траєкторії діяльності освітнього округу «Науково-навчальний комплекс багаторівневої безперервної освіти «Профільна освіта регіону» здійснюватиметься відповідно до положення і установчого договору між суб'єктами округу на засадах демократизму, громадської самоврядності територій, громадсько-пiклувальної функції над освітніми закладами на термін 25 років тривалості експерименту і надалі. Тим самим у полі зору сучасної науки постає клітина інноваційного розвитку України – ноосфера Кременчуцького біосферного регіону – містить здатність до екстраполяції. Відмітимо, що у методологічному плані «інновація – це ідея (ідеї), пропозиції, наукові розробки, які можуть і стають основою створення нових стратегій розвитку, нових видів продукції, значно поліпшують споживчі характеристики (економічні, культурні, освітні, технічні тощо) існуючих явищ і процесів, товарів, створення нових об'єктів матеріального та ідеального буття; все, що може удосконалювати якість життя і процес розвитку людства...» [21, с. 19-20].

Очевидно, сьогодні для наукової думки настає, проголошене Ф. Беконом у зв'язку з пізнанням істини (алегорично), – проробити «шлях бджоли»: одночасно проектуючи і вибудовуючи стільники, наповнювати їх медом (продуктом) [1]. У полі зору, як проблема – дуалізм : мета (освіта, проект) і економіка (скоординована діяльність) у регіоні біосфери – ноосферно-біосферна освіта і конгруентність кроків-дій – інтелектуально-прикладних. Звідси, без проектування і планування системи навчання у регіоні, зокрема, (освітня мета, спосіб внесення знань до особистості) ноосфера території не зможе ні сама

цефалізуватися – «принцип Д.Д. Дана» – (цефалізація – від грец. «kerphale – голова» – утворювання голови, в соціології – очолювання, об'єднання розумом, володарювання), ні цефалізувати біосферу регіону, тож головне нині для системи освіти того ж регіону – навчити сучасну людину управляти біоконституціями людей, управляти психічною енергією, мисленням в умовах природи (нелінійності) в противагу поведінковому людському – біхевіоризму. А відтак школа повинна ставати проєктивно-цефалізованим началом – бути розумною в контексті розумного майбутнього – соціальної економії. Розумність (школи, суспільства) – одержання продукту максимальної кількості та відповідної якості за мінімальний час. Теоретик складних систем П.Г. Кузнецов уточнює задачу для нашого часу: 1) підвищення коефіцієнта корисної дії особистості, 2) підвищення коефіцієнта корисної дії соціуму, 3) селекціонування соціальних інститутів. І на першому місці, як на нас – освітніх. Саме вони мусять діяти як «кристали-зародки», «точки росту», «фрактали», «регіони»...

За В.І. Вернадським, цефалізація ноосфери (посередництвом школи) автоматично викличе цефалізацію біосфери в усьому обсязі (біосфера + ноосфера). Якщо ж біосфера – дійсно ставатиме розумною системою (виробивши прогресивну особистість), то людство ступає на дорогу найстрашнішої війни – не на життя, а на смерть – війни між людиною і біосферою, кінець якої відомий – перемога буде за біосферою [5], якщо ми не згуртуємося єдиним колективно розподіленим трудом (творчим, науковим) і не навчимося жити разом – спочатку на рівні додіяльності (школи), а потім – на рівні соціальної діяльності.

Мова йде не про призупинення розвитку техносфери в угоду агросфери, не про оголошення війни технократам, а про гуманітаризацію, про новий діалог Людини і Природи (І.Р. Пригожин), про нову цивілізацію, про новий смисл існування людства. Цивілізація без культури – лише цивілізованість. Стисла і найкоротша дорога до цивілізації – освіта. Саме освітня складова є і буде на заваді нинішнім і прийдешнім керманічам держави вибудовувати українську цілісність доти, поки не станемо на свій суто природний профільний шлях для

Україні і її природних систем-суб'єктів – біосферних регіонів. Сенси життя утримує людська особистість... Освітня криза відтіняє стан, коли темпи протікання процесів не відповідають рівню особистісних відображень знань про ці процеси. Освіті ж належить стихійні процеси життя зробити свідомими, забезпеченими сенсилами, олюдненими. У свою чергу суспільство до стану «цивілізація» переносить ідею, забезпечена освітою як мета, метаформа. Ідея взагалі не суб'єктивна, але і не об'єктивна, вона проєктивна, – за М.Ф. Федоровим [20]. Додамо – вона: освітня. Внаслідок чого людина освічується...

Наразі, під гаслом збагачення якості освіти, сучасна школа здійснює «охолодження» точок росту соціальної активності й часто руйнацію процесів самоорганізації особистості в напрямі соціальної кооптації, виробляє зверх текучість виробничої сили за рахунок формального впровадження технології профільного навчання. То ж, яка освіта – така і економіка...

Хотілося б завчасно уникнути проєктів макропотрясінь і закликів типу «Повстаньте, гнані і голодні робітники усіх країв, як у вулкановій безодні в серцях у нас клекоче гнів...» («Інтернаціонал», сл. Е. Потье (1871), пер. з франц. М. Вороного), перевівши погляд освітян на педагогічний процес як особистісно зорієнтований з позиції коеволюції, подальшої цефалізації біосфери і соціумізації суспільства – на себе.

У разі замовчування теми здоров'я освіти, в Україні до рядів знедолених може потрапити все наше вчительство, «приспане» інерцією успішності одначок з бюрократичного запровадження інновацій... Наразі, представники «учительського пролетаріату» сьогодні впоруються орудувати слабо структурованими для сучасного вчителя і керівника школи поняттями «профільність», «профіль», «процес профільного навчання», «профільне навчання», «профільна освіта», «профільна школа», «профільзація» тощо. При цьому існують загальноосвітні та спеціалізовані школи імені конкретного профілю. А чи насправді протікають в них процеси скерованого організованого саморозвитку дитячого обдарування задля повної соціалізації в Україні, коли професійне самовизначення особистості школяра стає

виключеним третім для аналізу педколективів. При цьому функція шкільної науки у багатьох випадках (зкладах освіти) виглядає знеціненою і суспільно нівельованою, бракує синергії науки і освіти, освіти і економіки. Натомість триває деградація довкілля.

Як наслідок, адекватність працевлаштування після школи практично мізерна. Самоврядування освітнього закладу налаштоване на короткотривалі програми, вторить учителям або ж частіше мовчить. Що далі – педагогічний колапс?..

З метою визначення стану дослідженості обраної проблеми у вище означеному контексті нами охоплено коло наукових праць (Ф. Бекон, М.О. Бердяєв, В.М. Бехтерєв, В.Г. Буданов, В.І. Вернадський, Л.С. Виготський, І.А. Зязюн, О.О. Ігнатенко, В.Р. Ільченко, О.П. Ковальов, В.Г. Кремень, О.Ф. Лосєв, А.С. Макаренко, М.М. Мойсєєв, Ф.Т. Моргун, П.Г. Кузнецов, Г.С. Сковорода, В.С. Соловійов, М.Ф. Федоров, М.Г. Холодний, П. Тейяр де Шарден та багато ін.)

Метою даної роботи є спроба уточнення опорних як на нас методологічних і теоретичних положень, допомога організаторам освіти, управлінцям і пересічним господарникам якнайскоріше «намацати» в існуючій напівтемряві «вмикач – нарис освітньої системи» задля «ясності впровадження до складу регіону нового ноосферно-біосферного мислення і механізму його створення» з отриманням більшої системної ясності нової мети: жити в добробуті – діяти ефективно кожному і в купі.

Основна частина. Зростає доцентровий рух економік світу... Сучасний американський теоретик і економіст Л. Ларуш (США) схиляє голову перед В.І. Вернадським, М.М. Мойсєєвим, П.Г. Кузнецовим і вслід за В.І. Вернадським (думки про монокультуру світу, 1916 р.) й незалежно від нього пророкує світові контури сучасної цивілізації – Китай, Індія, Росія, США (ми додамо – Бразилія) – ядро світу, всі інші – периферія. Головним принципом управління цим процесом (форма влади) стає демократія – в розумінні В.І. Вернадського: стан людської організації, коли освіта підносить людей до рівня свого часу. Наслідком сучасних доцентрових рухів економік стає пошук управлінського рішення як балансу-

діалогу поміж процесами глобалізації і регіоналізації..., нині зазнає уточнення діалектична логіка – її онтологічна основа (закони Г. Гегеля) – закон «єдності й боротьби протиріч» людство починає розуміти як «єдності й взаємодії протиріч»...

Світ наполегливо прагне опанувати проблему «навчитися жити разом» і при цьому дійти певної стабілізації у використанні енергії й зменшенні тиску на природу. Розвинені країни Європи і не тільки змушені долати тріщину між ринковою економікою і ринковим суспільством. Взагалі процес життя вносить людині і Розуму в її складі завдання Навігації розвитку Біосфери в контексті пілотування планети Земля, а Педагогіці – ставати диференціальною – деонтологічною за методом, геометричною за формою (міряти думкою земне), алгебраїчною за способом управління психологічною енергією учіння, пізнання, творчості.

Профільність – когерентне хвильове енергетичне узгодження конгруентним способом альтернатив в синергійній фрактальності як добудові нового взаємосхожим образом, що розгортається, будуючи простір-час для цілей поліморфізму і синхронізму як «ситуативну домінанту» – властивість переважаючу лише в даний момент. Кореляційний зв'язок між соціальною і морфологічною організацією людини не повинен бути поза проблемою профільного навчання, що передбачає (через особистість) удосконалення біосоціального виміру людства – олюднення.

Профільність – діяльнісний вимір «блаженного духу природи» людини, стан «сродності» (Г. С. Сковорода), «соборність душі» (О. Т. Гончар), стан перетину «програми особистості» і «Програми».

Профільність передбачає активне оволодіння інформацією, дозволяє знанням перетворюватися в інтегральну частку особистості (освітній простір особистості), усвідомлювати життя через практичний досвід, зумовлює готовність до негайного використання здобутого досвіду в разі виникаючих потреб. Сьогодні настає час розширення (переходу) зони особистісної свідомості людини в область готовності до соціального впливу світу на хід земного життя засобами освіти, а значить створеної в рамках природної

системи природовідповідної особистісно зорієнтованої системи навчання.

Особистість об'єктивується в регіоні, у своєму доквіллі, олюднюючи як навколишню природу, так і природу власної душі. У свою чергу олюднене доквілля – природа суб'єктивується, «заховуючи в людину» доквілля, у її ДНК-ову сутність, організовуючи спорідненість, яка виховується впродовж життєдіяльності людини, впродовж віків.

Аналіз педагогічної спадщини теоретиків і практиків указує нам на правило – певний педагогічний імператив – сукупний педагогічний вплив з боку даної території (регіону), який необхідно враховувати при побудові системи навчання як принцип добротності освітньої системи регіону:

1) Земля – це вічний епос, що пишеться всіма поколіннями кращих талантів – сродників, це джерело невичерпного гуманізму. Життєве кредо вчителя – рух до захисту землі й природи.

2) Доквілля – середовище життя, з яким жива істота пов'язана обміном речовини, енергії, інформації. Пізнавай доквілля як самого себе, адже смисл людського існування в подвигіві самопізнання. Необхідно навчити сучасну людину управляти розвитком біосфери, при цьому змінити власну діяльність так, щоб це не виглядало стихійним впливом на природу, а мало конструктивний характер.

3) Завдання школи – служити людині, відкривати в учнів своєї власної природної схильності до діяльності, виховувати природні здібності, займаючись «сродним трудом». Опанувати нову парадигму наукового знання й технології особистісно зорієнтованого навчання на засадах нероздільності педагогічної культури й любові до учнів.

4) Навчання є стимулом і мотивом учіння, є дієвим фактором життя тоді, коли обґрунтовує не лише наукові поняття й концентрує їх навколо законів, але й формує життєву енергію в напрямі головної ідеї «життя». Навчання – процес створення нових духовних цінностей, сумарним виразом яких є слово.

5) Учіння забезпечується впровадженням у навчання системи освітніх траєкторій – перспективних ліній у вихованні

й розвитку як окремого індивіда, так і людського соціуму, що передбачає наявність знань, а також умінь, навичок і трудових орієнтацій.

6) Система освіти діє як інститут піднесення духовних сил особистості працею на благо інших людей, де добро виховується добром, де панує принцип оберігання дитячого серця від болю й страждань, коли як найвища демократична цінність розглядається гордість, недоторканість особистої честі учня, його власна думка, його особистий погляд на все.

7) Життєві досягнення учнів при цьому зумовлюються напруженою працею саморозвитку власних здібностей впродовж усього життя з розв'язанням суперечностей хибної паралельності знання й реальності.

За таких обставин (встановлення дифузної зони) біосферний регіон стає основою цілісного освітнього каналу, забезпеченого системою освіти. Становлення системи профільного навчання регіону є процесом гармонізації розвитку геопростору, навчально-освітній простір, що діє як система «ціль– засіб–результат» цьому сприяє найліпше [5; 6; 7; 8; 11; 13; 15; 16; 18].

Комплексний характер організації навчально-освітнього простору регіону забезпечує систему профільного навчання як умову і результат самоорганізації особистості на засадах освітньої перспективи. Навчально-освітній простір регіону є ознакою профільно-антропотизованої системи, найвищою стадією антропотизації геосистеми, продуктом діяльності освітньої системи – станом антропологізації. Навчально-освітній простір у синергетиці – це диференційована квантова (перебуває в певному стані) саморегулююча відкрита макросистема, підпорядкована законам розвитку матеріального світу (у всьому його прояві), де поширюється педагогічна енергія для гармонійної вибудови системою освіти його образу – системи зв'язків між особистістю й Універсумом. Стан цієї системи будемо розуміти як сукупність відносин між незалежними параметрами, які характеризують цю систему в певний момент часу. Сукупність станів цієї системи складе простір станів. Рух навчально-освітнього простору від одного стану до іншого (нового) стану є певною траєкторією руху

(складним атрактором) у просторі станів (стану освіти й стану навчання).

Перехід системи з одного стану в інший може відбуватися двома шляхами: 1) випадково – коли до такого руху не можливо застосувати поняття «ціль», 2) спрямовано – цільовий рух.

У другому випадку – цільовий рух детермінується ззовні або станом внутрішнього середовища системи (для нашого випадку станом учіння). У той же час, нав'язати складнобудованій системі свою структуру неможливо. Залишається тільки одне: вивчити закони, за якими діють ці системи, і створювати управлінські впливи, близькі за поведінкою до поведінки системи. Таким чином, навчально-освітній простір своєю внутрішньою ланкою має простір учіння, зовнішньою – простір навчання. Освіта виступає при цьому станом свідомості – вимірником інформації, станом накопиченості й упорядкованості інформації внутрішньої системи (учіння) і станом зв'язку із загальною мережею інформації (сучасність). Ріст означає збільшення розміру або спрямовані зміни в системах з одним управляючим входом і виходом, а розвиток – це багатобічний ріст, тобто рух в n -мірному просторі.

Для управління навчально-освітнім простором необхідно мати теорію, на основі якої виконуються операції планування й прогнозування багатовимірності життя. З розвитком особистості «розвивається» і її персональний навчально-освітній простір, що є збалансованою часткою між навчально-освітнім простором соціуму й навчально-освітнім простором конкретного регіону. Тож, особистісний розвиток людини протікає як перетин глобальної мережі інформації (навчально-освітній простір соціуму) з регіональною мережею інформації (навчально-освітнім простором регіону), навчально-освітнім простором регіону та її індивідуальним.

Кременчуччина – серцевина Центрального Подніпров'я – була відмічена академіком В.І. Вернадським як «центр, що стрімко й особливо розвивається» (з листування, 1890 р.).

Шлях до ноосфери розпочинається з освітніх програм, які вмістять знання про те, що недопустиме, що може порушити

стабільність Людського Дому. Найближчий до відчуття, сприйняття й відображення людиною простір-дім – регіон. Невпинно в соціальному просторі України діє практично некерований освітній вихор (вибух), спустошуючи поселеннєву периферію навколо індустріальних центрів, руйнуючи сучасне село, нерідко знедолюючи, роблячи непотрібною сучасну людину. І вже черга підступає до вчителя, викладача... І тоді освітня система змушена шукати точки опору – навчатися й навчати виживати, діяти проективно, діалогічно – стає відзнакою освіти ХХІ століття.

Історик і археолог Ю.О. Шилов – дослідник минулого Кременчуцького краю – вказує на понад 2000 курганів, що визначають Кременчуччину як потужну поселеннєву культуру, що сягає 7000 років. Археологічні пам'ятки у Пониззі Псла свідчать про велику потужність «поселеннєвого ядра» регіону. Група вчених Інституту ботаніки імені М.Г. Холодного НАН України на чолі з В. В. Протопоповою встановили, що поява рослин-адвентистів на території Центрального Подніпров'я становить понад 44%, на решті території окрім Дніпрово-Дунайського Межиріччя – до 12%. Біологом О.І. Цебржинським заявлено про підвищену «геніальність» Центрального Подніпров'я. Тай не дивно... Адже педагоги світу вбачають засновниками проективно-продуктивної педагогіки наших земляків А.С. Макаренка і В.О. Сухомлинського. Як приклад, вчення В.О. Сухомлинського є обов'язковим у змісті педагогічної освіти Китаю, а теорію А.С. Макаренка опановують більше 30 лабораторій Європи і не тільки... «Якщо і хід цивілізації, і розвиток людського розуму – свідомості оточуючого – причинно пов'язані з геологічним процесом нашої планети – то це майбутнє може бути в загальних рисах передбачено», – у 1923 р. висловив В.І. Вернадський [24, с. 211].

Тож ми, люди планети, все більше маємо мислити глобально і діяти регіонально, що означає сьогодні «культурно», і в першу чергу – освітяни.

Упровадженням проекту «Науково-навчальний комплекс «Профільна освіта регіону» ми прагнемо вирішення проблеми досконалості нинішньої педагогічної політики. Нині педагогіка

регіону здатна аналізувати розвиток освіти на засадах трансдисциплінарності науки, виробляти особистість в умовах міжпредметної освіти – профілю, торуючи шлях до мети. Сучасний учитель, озброєний теорією і методикою профільного навчання, здатний і може в короткий термін бути готовим до продукування профільного змісту освіти і управління розвитком особистості на засадах соціального договору і проєктивно-продуктивної освіти для цілісного соціально-економічного кластеру. Маючи в арсеналі певні теоретичні та методологічні розробки, механізми саморуху та самоорганізації, Кременчуччина протягом останніх десятиліть позиціонує себе в якості інноваційного науково-освітнього потенціалу – точки росту Середнього Подніпров'я: серія конференцій «Ідеї В.І. Вернадського в освіті» (2001-2013 рр.), концентрація наукової думки над проблемою «регіон», намір суб'єктів економіки регіону проєктувати своє майбутнє разом (Протокол про наміри спільної реалізації проєкту «Кременчуцький біосферний регіон: комплексна модель соціально-економічного розвитку території» від 30.05.2007 р.). Нині Кременчуччина – це понад 80% ВВП Полтавщини.

З метою наукового супроводу освітнього округу «Науково-навчальний комплекс багаторівневої безперервної освіти «Профільна освіта регіону» при КІДУ створено науково-дослідну лабораторію «Економіка освіти регіону». З метою наукового супроводу інновації укладено відповідні договори з науковими установами України. На сьогодні – це заклади НАН України: Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення імені М.П. Семененка та Інститут ботаніки імені М.Г. Холодного; заклади НАПН України: Інститут педагогіки, Інститут психології імені Г.С. Костюка, Інститут проблем виховання, Інститут педагогічної освіти і освіти дорослих; Інститут педагогіки і психології НПУ імені М.П. Драгоманова, Національний науковий центр «Інститут аграрної економіки», Полтавський обласний інститут післядипломної педагогічної освіти імені М.В. Остроградського.

КІДУ спільно з Полтавським обласним інститутом післядипломної педагогічної освіти імені М.В. Остроградського утворено Центр педагогічної освіти «Новатор». На базі однієї із

шкіл Кременчука (Гімназія імені Т.Г. Шевченка) силами КЦДУ та Інституту педагогічної освіти і освіти дорослих НАПН України створюється Центр педагогічної майстерності. Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення імені М.П. Семененка НАН України сприяє у створенні Екологічної стежини імені В.І. Вернадського с. Омельник Кременчуцького району. На черзі – створення Центру економіки природного землеробства, Центру екологічної архітектури, Інформаційно-ресурсного центру тощо.

Школа на селі – своєрідна інновація, точка росту економіки довкілля і особистості – має діяти на засадах соціального договору як суб'єкт соціально-економічної системи у згоді з дотичними складовими регіону – виробниками продукту в умовах колективно розподіленої діяльності регіонального суспільства. Грунт – це орган, трепетна субстанція, багато інструментована симфонія природи, створена Богом для життя, а не для страждань. Господарювати на землі – значить пройти шлях від усвідомлення участі духовно-надприродних сил – богів, титанів і героїв – до розуміння природних процесів утворення феномена родючості землі, відкриття таємниць гумусу і ролі рослин у сукупній еволюції ґрунту, котрий годує весь світ, та геолого-кліматичних умов на всіх материках, особливо ж – у землеробських регіонах планети. Пророками й апостолами стають осяяні вищою волею [15].

Стрижень діяльності господаря – наукова думка, що пронизує усі складові організації системи «регіон», і духовність. Без хвилі духовності (культура, мистецтво, література, релігія) не розбудити наукову думку і особистість для творчості. Тож, все – за передбаченнями В.І. Вернадського: «Явища життя взагалі, а культурного людства зокрема, пов'язані зі збільшенням вільної, здатної виконувати роботу світовою енергією, чого ми не бачимо в жодному природному явищі, окрім можливо радіоактивності, і підозрюваних – але не доведених – космічних процесів в зорях і в, можливо, не існуючому світовому ефірі» [24, с. 210].

Шлях особистісного зростання – звільнення енергії творчості – супроводжується школою як керований неперервний цілеспрямований вибух думки – афект, що в

собі містить мисль. Ось тому утворюваний комплекс «Профільна освіта регіону» методологічно походить на керовану ядерну реакцію, де творчість виникає з великого «Ніщо» (рос. «Ничто») як кероване індивідом власне «изничтожение» (рос.) з просуванням до мети «якнайбільше користі принести людям». У свій час це начало стало «компенсативним рухом душі» А. Нобеля – піднесення особистості, що якнайбільше користі вчинила на Планеті, проте ліберальні потомки, на жаль, з його здобутком чинять спікулятивно. Ми мусимо в кожному регіоні створювати таку «особистісну» Планету (досягень особистості) імені А. Нобеля – адже творча людина, за В.М. Бехтеревим та ін. – крок до безсмертя особистості [3].

Принцип взаємообумовленості у Комплексі виступає координуючим управлінським началом, а тут і координація перспективного планування, і співпраця в поточних проектах. Одним словом – колективно розподілена праця в рамках системи «Науково-навчальний комплекс «Профільна освіта регіону» має переростати в колективно розподілену працю регіонального суспільства: стан «гра-робота» адаптивно трансформується в стан «робота-гра» (за С. Френе). У позанавчальний час передбачається спільна дозвільно-просвітницька діяльність, різноманітні практики з дослідження природи та історії рідного краю тощо. В арсеналі мають опинитися усі артефакти регіону, музейні заклади, бібліотеки, літні досвідчені й авторитетні люди... З іншого боку – ми, регіональне суспільство, маємо взяти над регіоном потужне культурне шефство – пора здійснити масове «прибирання» смітників у нашому спільному домі, елементарний соціальний благоустрій, громадський нагляд, залучаючи до своїх ініціатив інших та даючи знати про себе, використовуючи спільний інформаційний простір, величати кращих. Саме такий соціальний рух має бути вмотивований державою і цивілізацією. Саме діючого в такому руслі вчителя й керманіча очікує не лише похвала..., а й всенародне визнання – безсмертя його місії.

Виробничий потенціал будь-якої території сконцентровано в особистості, в якості людської складової

економіки, а від так – безпосередньо залежить від системи освіти, яка його проектує й продукує. Мета і завдання проектної діяльності спрямовані на вдосконалення структури освітніх систем і їх функцій. Саме така діяльність дозволяє говорити про проектування соціально-економічного розвитку території на наукових засадах. Зміст освіти в закладах Комплексу мусить ставати певним інформаційним конструктом, відображенням складності процесів у регіоні й одночасно – певною проекцією цих процесів на сучасну людину. При цьому, зовнішнім (проектним) середовищем для проектування людиномірного життя має бути суцільно природна система – біосферний регіон, в ім'я якого діє реальна цілісна освітня система – освітній округ біосферного регіону, а в її складі – система профільного навчання. Саме вона на даний час може подбати про особистість як самоцінність і продукт (одночасно) і забезпечити її науковий супровід від витоків до соціального впровадження.

Профільна освіта – загально-профільно-галузеве знання трансформується в профільно-професійне (нове загальне); покликана створити гармонію між парами понять: «Людство – Всесвіт» – «Людина – Всесвіт душі Людини».

Профільна освіта складає міжшкільну, шкільну й внутріпрофільну варіативні побудови змісту освіти, навчальних методів, форм навчальної діяльності тощо; протікає в усіх ланках школи: у початковій – профільна розвідка, в основній – допрофільне навчання (передпрофільна підготовка), у старшій – профільне навчання, у вищій – логіка професії. Реалізація змісту профільної освіти передбачає диференціацію навчання як суперпозицію, педагогічний простір – перетин множини варіантів методів і форм реалізації освітніх траєкторій із множиною можливостей вибору однієї з них для конкретного учня в складі певної категорії учнів.

Профільно-загальна освіта центра території (регіону) є засобом підтримки загально-профільної освіти її периферії.

В рамках Програми першочергових кроків Кременчуцького інституту Дніпропетровського університету імені Альфреда Нобеля щодо функціонування освітнього округу «Науково-навчальний комплекс багаторівневої

безперервної освіти «Профільна освіта регіону» заплановані кроки з координації насамперед управлінських процесів соціально-економічної сфери Кременчуччини шляхом ініціювання утворення координаційної ради спілок підприємців в рамках регіону і вироблення політики щодо взаємодії сфери виробництва і сфери освіти. Метою її діяльності є наступне:

Вироблення і уточнення вимог до професійної компетентності фахівців, яких готують ВНЗ Кременчуччини.

Встановлення запиту на оновлення змісту освіти ВНЗ і ЗОШ, запиту на профілі навчання, галузі та напрями підготовки фахівців з перспективою на 5 років і на подальше.

Вироблення траєкторій особистісно-зорієнтованого педагогічного супроводу обдарованості школяра-студента: створення умов навчання в закладах комплексу.

Піклувальна політика підприємців над закладами освіти комплексу. Створення Фонду інноваційного розвитку освіти.

Вироблення номінацій і критеріїв оцінювання досягнень підприємців у галузі підтримки особистостей педагогів, керівників освіти комплексу, процесу становлення творчої особистості школяра-студента.

Вироблення процедури громадського оцінювання системи освіти регіону щодо її внеску в соціальні процеси регіону.

Висновок. Проективність і продуктивність освіти не існує поза процесуальним мисленням особистості, поза логікою взаємодії якості процесів до діяльності і діяльності людини в складі соціуму. Якість освіти – повнота відображення мети у змісті освіти на всіх етапах навчання.

Самоорганізація й еволюція самоорганізації – основа сучасної наукової картини світу – і становить квінтесенцію сучасної проективно-продуктивної педагогіки і господарювання.

Актуалізація проблеми сучасної профільної освіти й можливостей інноваційної педагогічної системи дозволяє проективно-продуктивну профільну освіту над функціональною, забезпечуючи соціальну свідомість в умовах освітнього округу біосферного регіону, посиливши діалог Людини і Природи, відповідаючи на запит часу – куди йти –

до самоорганізації й еволюції природи особистості в умовах монокультури світу на засадах освітніх регіональних проєктів.

Список використаної літератури

1. Бэкон Ф. Сочинения; соч. [в 2 т.; испр. и доп.]; Сост., общ. ред. и вступ. статья А. Л. Субботина (Пер. Н. А. Федорова) / Френсис Бэкон. – М.: Мысль, 1977. – Т. 1. – 567 с. – Т. 2. – 575 с. (АН СССР, Ин-т философии. Фиолос. наследие).
2. Бердяев Н. А. Человек и машина / Н. А. Бердяев // Вопросы философии. – 1989. – № 2. – С. 147–162.
3. Бехтерев В. М. Бессмертие человеческой личности как научная проблема / В. М. Бехтерев // Избранные труды по психологии личности; соч. [в 2-х т.]. Т. 1. «Психика и жизнь». – СПб. : Изд-во «Алетейя», 1999.
4. Буданов В. Г. Эпоха бифуркаций и синергетика образования // Московский синергетический форум : тезисы; под ред. А. В. Аршинова, Е. Н. Князевой / В. Г. Буданов. – М., 1996. – 42 с.
5. Вернадский В. И. Научная мысль как планетарное явление; [кн. 1] / В. И. Вернадский. – М. : Наука, 1977. – 191 с. (Размышление натуралиста; соч. в 2-х кн.).
6. Выготский Л.С. Собр. соч.: [в 6-ти т.] / Л.С. Выготский. – М.: Педагогика, 1984.
7. Зязюн І. А. Гуманістична стратегія теорії і практики навчального процесу / І. А. Зязюн // Рідна школа. – 2000. – № 8. – С. 8–11.
8. Игнатенко А. А. Стратегия Вернадского / А. А. Игнатенко. – Кременчуг : Альтернатива, 2002. – 191 с.
9. Ильченко В. Р. Образовательная модель «Логика природы» / В. Р. Ильченко, К. Ж. Гуз. – М. : Народное образование. – 2003. – 240 с.
10. Ковалев А. П. Педагогические системы: оценка текущего состояния и управления / А. П. Ковалев. – Харьков: ХГУ, 1990. – 156 с.
11. Ковалев А. П. Регионализация на современном этапе: элементы прошлого, настоящее, будущее / А. П. Ковалев // Регіональні перспективи. – 2002.– С. 6–11.

12. Лосев А. Ф. Философия. Мифология. Культура / А. Ф. Лосев. – М.: Политиздат, 1991. – 525 с.
13. Макаренко А. С. Соч. в 7 т. / А. С. Макаренко. – М., 1958.
14. Моисеев Н. Н. Человек и ноосфера / Н. Н. Моисеев. – М. : Молодая гвардия, 1990.–352 с.
15. Моргун Ф. Т. Керівники держав, не бійтеся бути святими / Ф. Т. Моргун. – Полтава : Полтавс. літератор, 2003. – 246 с.
16. Побиск Георгиевич Кузнецов : Идеи и жизнь. – М. : Концепт, 1998. – 119 с.
17. Самодрин А. П. Формування навчально-освітнього простору регіону : [монографія] А. П. Самодрин. – Кременчук : ПП Щербатих, 2006. – 456 с.
18. Сковорода Г. С. Твори; [у 2-х т.] / Григорій Сковорода. – К. : АТ «Обереги», 1994. – Т. 1. – 528 с. – Т. 2. – 480 с.
19. Соловьев В. С. Чтение о Богочеловечестве; (т. 2.) // Сочинения (в 2-х т.) / В. С. Соловьев. – М. : Мысль, 1989. – 824 с.
20. Федоров Н. Ф. Философия общего дела / Н. Ф. Федоров. – М., 1913. – Т. 2.
21. Феномен інновацій: освіта, суспільство, культура: [монографія] / за ред. В.Г. Кременя. – К. : Педагогічна думка. – 2008. – 472 с.
22. Холодный Н.Г. Избранные труды / Н.Г. Холодный. – К. : Наукова думка, 1982. – 444 с.
23. Шарден Ж.-П. Тейяр де. Феномен человека / Тейяр де Шарден. – М.: Наука, 1987. – 240 с.
24. Я верю в силу свободной мысли... : Письма В.И. Вернадского И.И. Петрункевичу // Новый мир. – 1989. – № 12. – С. 204-221.

3.4. СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ УПРАВЛІННЯ СТАЛИМ РОЗВИТКОМ СОЦІАЛЬНО- ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ: СТРАТЕГІЧНИЙ ПІДХІД

В умовах посилення конкуренції, питання управління сталим розвитком соціально-економічних систем актуалізується особливо гостро, виступає формою соціального замовлення економічній науці. Процес стратегічно орієнтованого управління соціально-економічними системами є складним і вимагає наявності вискоефективної технології, що забезпечує гармонізацію процесу управління у форматі «якість-стійкість-ефективність». Управління складними соціальними і, особливо, економічними системами це процес реалізації стратегій, у рамках яких досягнення цільових функцій у середньостроковій перспективі забезпечується стратегією, що передбачає необхідність розробки технологій їх реалізації як інструмент досягнення результатів.

Сучасні управлінські технології повинні містити стратегії, забезпечені ресурсами, збалансовані за термінами й результатами, що забезпечують безперервність реалізації функцій управлінсь. Застосування сучасних підходів має бути орієнтовано на пошук інтенсивних технологій, що забезпечують нову якість процесу управління у форматі системної трансформації та модернізації економіки. Це свідчить про актуальність наукової проблеми розробки технології управління соціально-економічними системами. Щодо проблем удосконалення процесу управління соціально-економічними системами існує значна кількість публікацій, як на Україні, так і за кордоном. У роботах досліджуються окремі технології управління: здійснюються спроби інтегрувати ресурсне та структурне забезпечення процесу управління, комплексно представити і формувати інструментарій реалізації процесу. У той же час недостатньо досліджені системні підходи до формування технологічної підтримки стратегічно орієнтованого управління.

Загальні проблеми управління соціально-економічними системами різного масштабу, визначення стратегій їхнього розвитку досліджені в працях Л. Абалкіна, А. Аганбегяна,

І. Ансоффа, В. Івантера, Ю. Колесникова, Ф. Хайєка, С. Шаніна та інших. Проблемам інструментарного забезпечення процесу прийняття рішень присвячені дослідження І. Блауберга, Е. Галієва, Г. Горелової, зокрема технології підтримки прийняття та реалізації рішень розглянуті в роботах П. Друкера, В. Зотова, Д. Новикова.

Конкретні напрямки формування стратегій сталого розвитку соціально-економічних систем у роботах С. Бараненко, Л. Гіляровський, І. Гуркова, Р. Фатхутдінова, В. Шеметова, А. Шеремета та інших. Глибокий наліз проблем антикризового управління наданий у дослідженнях А. Асаула, І. Бланк, В. Богомолова, О. С. Віханського, Е. М. Короткова, Н. Л. Маренкова, З. П. Румянцевої, Р. А. Фатхутдінова та інших.

Недолік існуючої теоретичної та методологічної бази проявляється в тому, що багато питань упровадження технологій реалізації стратегічно орієнтованого управління не адаптовані до умов системної модернізації економіки, відсутня теоретико-методологічна база для здійснення і ефективної реалізації стратегії, що реалізують цільову функцію управління. Структурні особливості, функціональний зміст і форми узгоджених дій у процесі управління сталим розвитком соціально-економічними системами визначаються безперервністю і послідовно-паралельною наступністю етапів реалізації функцій управління і забезпечення зворотного зв'язку за допомогою застосування адаптивних технологій, що забезпечують процес управління.

Щоб усвідомити необхідність застосування різних управлінських технологій до формування стратегії сталого розвитку соціально-економічних систем з'ясуємо сутність категорії соціально-економічна система. Так, за визначенням Кожекіна Г. Я. і Синиці Л. М., соціально-економічна система - це складна динамічна система, елементи якої взаємодіють між собою в єдиному процесі, створюють корисний ефект, завдяки якому беруть участь у функціонуванні інших систем [3, с.13; 8, с.67]. З цього визначення випливає, що ключові фактори успіху їх діяльності знаходяться в зовнішньому (одержання ресурсів та інформації) й у внутрішньому (динамічні зміни, що

впливають на кінцеві результати) середовищі. При цьому саме внутрішнє середовище, сформовано під впливом управлінських рішень, визначає рівень сталого розвитку системи. Сучасна соціально-економічна система є не сукупністю індивідуальних господарств одного рівня, а складною системою чотирьох рівнів, які взаємодіють між собою: міжнародний, державний, регіональний, мікроекономічний. Систематизуючими властивостями будь-яких соціально-економічних систем є наявність мети і комплексу цілей формування, функціонування та розвитку. Керуючись відомими теоріями бізнесу, можна виділити три складові, що розкривають зміст системи як організації: люди, цілі, управління. Так, відповідно до теорії Мескона М., Альберта М. та Хедоурі Ф., організація – це група свідомо координованих дій двох або більше осіб для досягнення значущої мети (бажаного кінцевого результату) [4, с. 31-32].

Враховуючи особливості й суттєвий зміст забезпечення процесу управління сталим розвитком, які висуваються до технології управління, можна звести до наступного: інформація повинна надходити від усіх структурних елементів системи, що знаходяться на різних рівнях управління і виконують різні функції; формулювання проблем, розробка і вибір рішення, сконцентрованого на тому рівні ієрархії управління, де для цього є відповідна інформація; вибір, обґрунтування, прийняття та реалізація рішення повинні відображати інтереси і можливості тих рівнів управління, на які буде покладено виконання рішення; повинна суворо дотримуватися підпорядкованість у відносинах в ієрархії управління.

Аналіз сутності поняття соціально-економічної системи [8, с.115] дозволив виявити найбільш характерні ознаки, а саме: цілеорієнтованість, адаптивність, системність, гнучкість, динамічність, самоорганізація. Підвищена увага до технології управління обумовлюється тим, що механізм його забезпечення є найважливішою характеристикою стану системи. Він відображає сукупність соціальних та економічних методів, способів, форм та інструментів, за допомогою яких здійснюється регулювання економічних процесів і відносин. Організаційна структура механізму забезпечення управління

задає ієрархію зв'язків між елементами системи. Інструментарієм, за допомогою якого забезпечується досягнення поставленої мети, є функціонування підсистем, систем підтримки та економічні важелі (прибуток, ціни, податки, амортизаційні відрахування, кредити, цінні папери, фінансові стимули тощо). Через функціонування підсистем реалізуються економічні технології управління.

Цілеорієнтованість сталого розвитку системи зумовлюється власне постановкою проблеми. За С. Л. Оптнеру, «система є пошуковим процесом». При цьому повинна вибиратися така цільова концепція, яка була б у принципі прийнятна для всіх підсистем підприємств [5, с.216]. Під стійким розвитком підприємства в даному підході розуміється якісна зміна вартості, що забезпечує його безперервне функціонування. Одним з основних завдань, що стоять перед підприємством, є досягнення такого співвідношення між елементами, при якому в підприємства будуть зберігатися довгострокові стимули сталого розвитку. Зазначимо, що загальні принципи структуризації цілей системи були розкриті в роботах Р. Акоффа та Ф. Емері [1, с.227-237]. У загальному вигляді предметну область сталого розвитку соціально-економічної системи можна охарактеризувати, розділяючи цілі на виробничі, економічні, фінансові та соціальні. Виробничі цілі орієнтуються на ефективне використання всіх ресурсів, вибір технології з мінімальними витратами і максимізацію доходу, економічні цілі орієнтовані на збереження та оновлення вартості підприємства. Економічні цілі досягаються за умови максимізації доходу - вартості капіталу або максимізації прибутку [1, с.239-240].

Обґрунтована сукупність цілей підприємства та їх організаційна структура дозволяє виявляти й аналізувати взаємозв'язки між ними, які можна розмежувати на вертикальні та горизонтальні. Вертикальні взаємозв'язки формують ієрархію цілей у вигляді дерева цілей. "Визначається головна мета і формуються цілі різних рівнів (основні, проміжні цілі, підцілі), що сприяють досягненню головної мети. Горизонтальний поділ на головні й додаткові цілі ґрунтується на суб'єктивних оцінках осіб, що приймають рішення .

Систему можна описати такими характеристиками як стійкість, рівновага, адаптація. Стійкість системи характеризує стан її розвитку на довгострокову перспективу за умови відсутності несприятливих факторів зовнішнього середовища. Відповідно з відомим принципом У. Р. Ешбі, для забезпечення сталого розвитку системи різноманітність її реакцій, обумовлена кількістю життєздатних нововведень, та має відповідати множині зовнішніх еволюціонуючих імпульсів [7, с.304]. Тому в системі кожному джерелу зовнішніх імпульсів повинен відповідати елемент з новою якістю. У той же час внутрішня організація системи на даному етапі копіює зовнішнє середовище. Система вважається збалансованою, якщо кожна підсистема або елемент знаходяться в стані рівноваги по відношенню до інших. Враховуючи це, будь-яка відкрита система повинна бути адаптивною, тобто пристосовуватися до зміни в зовнішньому середовищі для того, щоб продовжити сталий розвиток на довгострокову перспективу. Це пов'язано з тим, що зовнішнє оточення є джерелом проблемних ситуацій у діяльності підприємства, які слід своєчасно виявляти й приймати адекватні рішення. Стан рівноваги соціально-економічної системи слід розглядати як динамічний, тобто такий, що розвивається. Це означає, що в кожен момент часу система може характеризуватися певним набором показників. Вектор соціально-економічних показників діяльності $Z = (C_1, C_2, \dots, C_n)$ у кожний момент часу t буде характеризувати певний стан системи S (1). Періодично вектор розвитку системи може змінюватися. Таким чином, можна врахувати внутрішні й зовнішні фактори стійкості, а відповідна методологічна та статистична інформаційна забезпеченість буде аналітичним базисом для діагностування стратегії сталого розвитку. Така постановка питання визначає необхідність фінансового обґрунтування оптимальних варіантів сталого розвитку підприємства. Воно здійснюється на основі вибору критеріїв структури капіталу та обґрунтування формалізованих сценарних розрахунків ключових фінансових показників.

У теорії сталого розвитку слід дотримуватися принципу підтримки всіх ресурсів системи в нормальному стані, який забезпечує сталий розвиток підприємства, адекватний змінам

ринкового середовища. Виходячи з цього, для розкриття сталого розвитку соціально-економічної системи необхідно розглянути технологію управління. Під технологічною підтримкою процесу управління розуміється адаптивна сукупність технологій їх реалізації, що забезпечують процесну структуру і реалізацію етапів прийняття рішень з використанням засобів організації та управління бізнес-процесами, дозволяють виділяти вектори сталого розвитку в самостійну площину реалізації, що супроводжуються виділенням ресурсів та дозволяє забезпечити стійкий розвиток соціально-економічної системи за допомогою структурно-функціональної комплектації набору функцій, ресурсів та інструментів, спрямованих на реалізацію мети, яка визначається в сполученні з комплексом заходів та ресурсів для її досягнення.

Функціональний зміст комплексної підтримки процесу управління зводиться до забезпечення стійкого руху від поточного стану до певних параметрів стану системи, що досягаються за допомогою керуючих впливів та імпульсів зовнішнього середовища. Стійкий стан і його системні трансформації зумовлюються структурно-функціональним змістом технології управління, а процес управління характеризується багатосаровістю і динамічним характером реалізації. Структурні особливості, функціональний зміст і форми узгоджених дій у процесі управління соціально-економічними системами визначаються стійкістю та послідовно-паралельною наступністю етапів прийняття рішень і забезпечення зворотного зв'язку за допомогою застосування адаптивних форм, технологій та інструментів, що забезпечують процес управління.

Характер процесу управління характеризується структурованим, паралельно-послідовним перетворенням ресурсів у результати. При цьому факт досягнення результату в рамках певної цільової функції визначається не стільки складом і достатністю ресурсів, скільки їх структурою і технологією розподілу.

Розглядаючи процес управління з точки зору його системної технологічної підтримки, слід зазначити, що

достатність фінансових ресурсів не є домінантною умовою реалізації ефективної стратегії. У зазначеному форматі необхідне застосування засобів та інструментів, спрямованих на декомпозицію управлінських ресурсів залежно від функціональних особливостей процесу управління. У свою чергу технології, що забезпечують процес управління реалізуються на основі заміни ресурсів залежно від зміни умов реалізації стратегії, включаючи ресурси саморозвитку і самоорганізації системи та її самостійних підсистем, об'єднаних єдністю цільових функцій, ресурсним забезпеченням, технологічною підтримкою, засобами контролю.

Концептуальний зміст процесу управління базується на основі застосування основних принципів теорії управління до формування ефективної технологічної підтримки прийняття рішень при деяких початкових умовах [4, с.331]. Такими основними умовами є:

- 1) наявність програм поведінки керованого об'єкта або заданий, запланований рівень параметрів його стійкого стану;
- 2) нестійкість об'єкта відносно заданих параметрів;
- 3) наявність способів і засобів для виявлення і вимірювання відхилення об'єкта від заданих параметрів;
- 4) наявність можливості впливати на керований об'єкт з метою усунення виникаючих відхилень у разі їх негативного впливу або підтримки відхилень або змін у разі отримання позитивного результату на тому, чи іншому етапі управління, а також при формуванні позитивної траєкторії розвитку об'єкта або його окремої підсистеми в якості точки зростання.

Нестандартні відхилення, що фіксуються на тому чи іншому етапі управлінського циклу, можуть призвести до виділення самостійних напрямів і векторів стійкого розвитку, здатних у майбутньому забезпечити структурне і ефективне зростання системи в цілому. Концептуально технологія управління це складна сукупність компонентів і послідовних етапів реалізації, що містить також суб'єктно-об'єктну структуру прийняття рішення, цільові стратегічно орієнтовані функції, ресурси, методи та інструменти, що утворюють інтегровану цілісність і формують механізми впливу на соціально-економічну систему.

Проведений аналіз сучасних підходів впровадження та адаптації до умов функціонування соціально-економічних систем технологічного забезпечення прийняття рішень передбачає застосування технологій та принципи конвергенції залежно від структурних особливостей процесу управління, типів і просторово-часової наступності реалізованих стратегій розвитку, а також діючих і прийнятих програм, в яких формалізовані цільові функції управління, а також визначені критерії і чинники досягнення довгострокових цілей і середньострокових результатів.

Модернізація стратегії сталого розвитку системи в цілому, за ресурсами і повноваженнями інтегрують в структуру процесу управління базисні компоненти технологічного забезпечення формують на основі системного, програмно-цільового, структурно-функціонального та проектного підходів. З іншого боку, оскільки управління це безперервний процес стадій і етапів управління, а фази життєвого циклу реалізації стратегії сталого розвитку інкорпорується в процес управління за допомогою технологій, то в основі формування адаптивного набору засобів та методів лежить процесний підхід.

Формована представленим чином система технологічної підтримки прийняття рішень забезпечує багатосаровість, динамічний характер процесу управління, структурно-функціональні особливості якого зумовлюють можливість за допомогою проектів і програм ініціювати інноваційні траєкторії сталого розвитку економіки, сприяти її модернізації відповідно до трансформацій у зовнішньому середовищі. Конвергенція програмно-цільового та проектного підходів, а також їх модифікацій у контексті сполучення цілеорієнтованості, відповідності ресурсів і результатів, відповідальності та контролю в процесі управління складними соціально-економічними системами на основі загальної методологічної платформи управління та в розрізі базових компонентів управління, які містять мету, результат, механізм реалізації, тип системи й цільові функції підсистем, забезпечують отримання управлінських ефектів за рахунок отримання конкретних оперативних результатів у рамках

стратегічної детермінованості й довгостроковості планування.

Базуючись на наведеному розумінні компонентного складу процесу управління, слід зазначити, що концептуальна модель процесу управління соціально-економічними системами представляється як сукупність послідовних стадій, які забезпечують цілісність і безперервність технології управління. Керуючі впливи у свою чергу приводять до сталого розвитку, зміни принципів і механізмів функціонування, у результаті чого, відбувається зміна системи або її структурних елементів, що зумовлює в кінцевому підсумку досягнення заданої мети. Технологічна підтримка процесу управління забезпечує структурзацію процесу управління за заданими критеріями, що представлено наступною моделлю.

Нехай F – множина допустимих функцій, що реалізуються в процесі управління – функціональний блок;

M – множина допустимих технологій управління – організаційний блок;

R – варіативний набір ресурсів – ресурсний блок;

K – сукупність критеріїв – «якість-стійкість-ефективність» – ресурсний блок.

На вході моделі вихідними умовами ініціюється допустима кількість цільових функцій – множина F , яке звужується виходячи з допустимої множини інструментів.

Допустима множина структурується з урахуванням допустимої множини ресурсів R . У свою чергу можлива множина в рамках забезпечення прийняття рішень проходить фільтрацію через блок K – «якість-стійкість-ефективність». На виході моделі формується ефективне множина рішень, які здатні забезпечити багатозаровість і динамічний характер процесу управління в рамках наступних аспектів: заміності ресурсів при незмінності управлінського потенціалу; гармонійному поєднанні цільових функцій та їх ресурсного забезпечення; спрямованості управляючих впливів. Підвищення ефективності технології управління за рахунок формалізації моделі може бути реалізовано за допомогою симплексу структурно-функціонального та факторного підходів. Згідно факторному підходу, ядро розвитку соціально-

економічних систем представляється у вигляді шести агрегованих величин – чинників виробництва: людського, технічного, інформаційного, природного, організаційного.

У рамках управління соціально-економічними системами їх структурні елементи й реалізовані ними функції можна розглядати як результат попереднього розвитку. У цьому випадку для кожної з підсистем та їх функцій можна виділити шість чинників або f -вектор, так званий функціональний вектор.

Для вирішення завдань управління можливо використання наступного алгоритму ідентифікації f -вектора. Кожна компонента f -вектора структурних елементів отримує первинний оціночний вимір, не залежно від виконуваних ними функцій, як результат певного згортання близьких і певною мірою взаємозамінних натуральних показників, які оцінюються за відносною шкалою. Вторинні оціночні за абсолютною шкалою компоненти аналогічного f -вектора для кожної з його функцій, побудовані на основі тих же оціночних показників, взаємно коригуються оцінкою їх достатності для реалізації функцій. Підсумкова корекція оцінок за абсолютною шкалою компонент f -вектора структурного елемента проводиться за сукупністю «функціональних» f -векторів з урахуванням «ваги» функцій.

Базуючись на положеннях векторної алгебри, лінійна функція використання ресурсів являє собою спрямований відрізок у зоні релевантності прийняття рішень, і не є скалярною величиною, оскільки цільові функції управління, як правило, не характеризуються лінійною залежністю. При цьому функціональний вектор є лінійною комбінацією інших векторів, тобто спрямованих відрізків використання основних видів ресурсів. У цьому форматі система ресурсних обмежень, обумовлена модельно через систему лінійних рівнянь, є системою лінійно залежною. З цього можна зробити наступні висновки: оскільки функціональний вектор є лінійною комбінацією інших векторів, тоді вираз (1) правильний тоді і тільки тоді, коли хоча б один із коефіцієнтів не дорівнює нулю. Іншими словами, ресурси є взаємозалежними щодо один одного на певному часовому відрізку процесу управління, і

можуть бути замінені без зміни ресурсного базису в зазначеній зоні тимчасової релевантності:

$$\alpha_1 a_1 + \alpha_2 a_2 + \dots + \alpha_k a_k = 0 \quad (1)$$

a - ресурси, на певному часовому відрізку процесу управління характеризуються векторними величинами, а, отже, комплексне залучення ресурсів – знаходження функціонального вектора як лінійної комбінації інших векторів характеризується властивостями комутативності, дистрибутивності й асоціативності.

Адаптивний підбір інструментів і ресурсів, що забезпечують реалізацію цільових функцій, істотно розширює множина оптимальних рішень, посилюючи управлінську платформу і генеруючи інноваційні вектори сталого розвитку системи в цілому. Управлінський ефект характеризується як певне збільшення ефекту в заданих координатах - часу, вартості, видах діяльності або визначається відносними показниками. Таке збільшення пропорційно силі керуючого впливу, напрям дії якої визначається функціональним вектором.

Сила керуючого впливу є векторною величиною, а її вплив на об'єкт управління можна представити в таких аспектах:

1) при взаємодії об'єктів у процесі управління їх траєкторія розвитку залишається незмінною, якщо не змінюється величина потенціалу процесу управління;

2) сила керуючого впливу може бути сукупною, проте у разі впливу кількох суб'єктів управління на один об'єкт, сила сумарного впливу може бути визначена за модулем, але протилежна за напрямком;

3) якщо в процесі управління суб'єкти та об'єкти не вступають у взаємодію один з одним або між собою, або така взаємодія не є спрямованою, то процес управління є інертним і не може забезпечити інтенсивний розвиток.

Стратегія сталого розвитку повинна розроблятися та реалізовуватися на основі наступних принципів комплексного планування:

- цілеспрямованості – цільової орієнтації на досягнення кінцевих результатів;

- системності – розробки сукупності заходів, що забезпечують реалізацію цілей;
- комплексності – опрацювання всіх напрямів, спрямованих на досягнення відповідних цілей;
- ресурсної забезпеченості – наявності фінансових, матеріальних, трудових, організаційних, інформаційних ресурсів;
- пріоритетності – ранжируванні за важливістю, терміновості виконання і забезпеченості ресурсами;
- економічної безпеки;
- узгодженості різних рівнів;
- своєчасності досягнення кінцевого результату.

У цьому сенсі середньостроковість дозволяє коректувати реалізацію стратегії з урахуванням зміни внутрішнього та зовнішнього середовища в соціально-економічній системі. Слід зазначити також, що середньострокові програми замінили короткострокові інтервали програмування, змінивши, по суті, принцип короткострокового реактивного управління на середньострокове.

Базуючись на отриманих аналітичних висновках, пропонується управлінський цикл реалізації програм соціально-економічного розвитку, системно визначається як програмно-модульний комплекс, містить наступні проектно-процесні компоненти:

- ідентифікація суб'єктно-об'єктної структури програми залежно від структурних характеристик стратегії соціально-економічного розвитку в довгостроковій перспективі, цільової функції управління, потенціалу системи та результатів політики в цілому і реалізованих раніше середньострокових програм;
- визначення системи цілей на основі оцінювання стану Технологічна підтримка процесу управління забезпечує структурзацію процесу управління за заданими критеріями, що представлено наступною моделлю розвитку та прогнозування його тренду, а також цільової орієнтації програми, її технічних, організаційних, фінансових і адміністративних потреб;
- виявлення функціональних детермінант розвитку взаємодії системи, функціональної структури взаємодії,

пов'язаної зі структурними особливостями програм, виділенням таких програм і проектів у самостійні модулі, що характеризуються певною спрямованістю цілей, програмних заходів з їх реалізації, та індикаторів, що характеризують отримання результату і ефективність його використання ;

- упровадження та адаптація до реальних умов реалізації програми форм, механізмів, методів та технологій управління взаємодії програмних модулів у процесі досягнення комплексних цільових функцій;

- розробка і впровадження системи стимулювання і регулювання процесу інкорпорування потенціалу підсистем - програмних модулів у форматі реалізації цільових функцій у стратегію розвитку системи;

- моніторинг та оцінювання результатів взаємодії програмних модулів у процесі реалізації, зокрема щодо ефективності управлінського впливу на суб'єкти реалізації програми і суб'єкти її фінансування;

- корекція окремих складових програмних модулів у процесі реалізації програми і досягнення цільових індикаторів.

Модульний підхід дозволяє вирішувати наступні управлінські завдання:

- 1) структурування процесу управління з метою виділення базових, сервісних та проміжних модулів як носіїв системних властивостей, удосконалення управління якими в контексті заданого напрямку розвитку дозволяє підвищити ефективність прийняття рішень;

- 2) аналіз і алгоритмізація управлінських функцій для системи в цілому і окремих модулів;

- 3) розробка цільових функцій щодо їх реалізації на основі методів аналізу ієрархій;

- 4) трансформація структури прийняття та реалізації рішень, зокрема формування адаптивних структур управління;

- 5) розробка інструментарію аналізу функціонування удосконаленої структури системи в контексті управління.

Запропонований у цьому дослідженні підхід дозволяє:

1. структурувати соціально-економічну систему як об'єкт управління сукупності керованих або залежно від типу системи регульованих модулів;

2. реструктурувати організаційну структуру процесу управління; планувати основні індикатори функціонування системи в цілому за допомогою верифікації вектора і цільової функції розвитку модулів, ступеня їх взаємодії в системі та участі в реалізації функції управління в короткостроковому і довгостроковому періоді;

3. формувати адаптивну, спрямовану на досягнення певної комплексної мети, структуру системи і за допомогою застосування програмних технологій, враховуючи планування адміністративних, тимчасових, інформаційних, фінансових та інших ресурсів.

Структуризація процесу управління на модулі може відбуватися в кількох аспектах:

1. у розрізі довгострокових цілей, функцій і планових заходів щодо їх реалізації, які базуються на дослідженні ступеня взаємодії модулів між собою при досягненні мети – функціонально-цільова структуризація;

2. у розрізі ресурсного забезпечення, розглядаючи модуль як об'єкт вкладення з декількох джерел – внутрішніх, зовнішніх, за допомогою горизонтальних і вертикальних зв'язків – ресурсна структуризація;

3. у розрізі підсистем інституційно-організаційної структури, де модуль представлений у вигляді відносно самостійної підсистеми, а ресурси управління здебільшого інформаційні та адміністративні – організаційна структуризація.

Основними етапами застосування модульного підходу в якості системної підтримки процесу управління соціально-економічними системами є: визначення та опис існуючих модулів за допомогою структуризації; ідентифікація основних бізнес-процесів у процесі функціонування модулів, а також визначення порядку взаємодії модулів у рамках цільового функціоналу системи; визначення цільових функцій модулів і системи в цілому; визначення показників ефективності функціонування модулів, методик планування їх діяльності; розробка регламентів, що формалізують діяльність модулів; визначення складу і структури ресурсів, порядку їх розподілу в системі відповідно до цільових функцій роботи системи й окремих модулів.

У процесі управління соціально-економічною системою на основі модульного підходу важливо визначити також параметри взаємодії модулів у процесі реалізації цільових функцій. Уявімо, що сукупність модулів M є m -мірний вектор, що визначає кількість внутрішніх змінних, залучених до процесу реалізації цільової функції. Множина N представляє собою n -мірний вектор значущих для системи факторів зовнішнього середовища.

Ясно, що в загальному випадку $M \neq N$. Виникає матриця взаємодії, розмірністю $m \times n$, де n -факторів зміни в зовнішньому середовищі тягнуть за собою зміни m -факторів внутрішнього середовища, іншими словами змінних у модулі. У рамках процесу управління відбувається реакція системи, що виявляється в зміні інформаційних параметрів структури системи, ресурсному забезпеченні та відповідно зміні цільових індикаторів.

Оскільки потенціал стратегії представляється величиною інтегральної, то його оцінка в рамках фазової реалізації стратегії оцінюється на основі системи критеріїв, що містять сукупність показників фінансового, організаційного, структурного, функціонального характеру. При проведенні процедур оцінювання не всі критерії і показники, що їх характеризують, піддаються кількісній оцінці, описуються функціональними залежностями, що передбачає використання якісної інформації в процесі прийняття рішень. Зазначені критерії, які використовуються в процесі прийняття рішень, є суперечливими, оскільки проєктований або керований об'єкт не може бути описаний однокритеріальною залежністю, або об'єднати окремі критерії в єдиний критерій, не можливо. Об'єднання множини критеріїв, як правило, буває формальним, штучним, тому прийняття рішень має базуватися на застосуванні методів оптимізації, таких як метод Парето, метод вирішення завдань оптимізації з використанням інтегрального критерію, методи визначення адитивного й мультиплікативного критерію.

Для ефективної реалізації стратегії сталого розвитку в процесі прийняття рішень необхідно спиратися не тільки на цілеорієнтований потенціал, але і на її ресурсну ємність, що обумовлено перш за все як особливостями об'єкта управління,

так і пошуком можливостей диференціації ресурсних джерел, їх можливої заміни при несприятливому стані внутрішнього і зовнішнього середовища в процесі виконання.

У загальному значенні під ресурсною ємністю розуміється здатність задовольняти потреби й реалізовувати функції, необхідні системі для підтримки стану негативної ентропії. При перевищенні ресурсної ємності в соціально-економічній системі, а в кінцевому підсумку, і в її окремих структурних елементах спостерігається тенденція до збільшення ентропії.

Ресурсна місткість стратегії є здатністю задовольняти потреби в реалізації заходів і проєктів, забезпечувати реалізацію цільових функцій середньострокового управління. Слід зазначити, що якщо ресурсна ємність підвищується і перевищує необхідний рівень, настає порушення ефективності реалізації, що в більшості випадків пов'язано зі зниженням здатності об'єктів до самозабезпечення економічного зростання. З іншого боку, різке зниження ресурсної ємності призводить до недосягнення цільових функцій, розпорошення ресурсів між неузгодженими між собою. Перш за все, необхідно збалансувати ресурсну ємність, що може бути досягнуто двома способами – екстенсивним та інтенсивним.

Перший має на увазі пошук додаткових ресурсів, підвищення їх сукупного абсолютного значення. У будь-якому випадку це означає залучення в економічний оборот нових ресурсів.

Другий спосіб – це впровадження нових, більш ефективних технологій та механізмів, зокрема, механізмів партнерства, механізмів використання стабілізаційного фонду і резервів, що дозволяють більш повно використовувати плановані до використання ресурси в контексті сталого соціально-економічного розвитку.

Інший шлях приведення у відповідність з цільовими функціями ресурсної ємності в рамках зміни умов зовнішнього середовища це скорочення кількості напрямків розвитку. У цьому випадку на перший план виступають організаційно-економічні методи і механізми обмеження, дія яких призводить, перш за все до зниження ентропії, стимулювання розвитку пріоритетних «точок зростання».

Управлінський ризик характеризує таку ситуацію, при якій настання подій, пов'язаних з несприятливою зміною, що впливає на недосягнення цільових функцій, невиконання закладених у стратегії соціальних, економічних, фінансових та інших зобов'язань у рамках суб'єктно-об'єктної взаємодії в процесі реалізації стратегії сталого розвитку, а невизначеність – в свою чергу ситуацію, при якій ймовірність настання таких подій оцінити заздалегідь неможливо. Невизначеність і ризик відіграють певну рольову функцію, оскільки визначають протиріччя між запланованим і тим, що досягається, допустимим бажаним і досягнутим[2, с.26-35].

Матриця ймовірності настання негативних соціально-економічних наслідків, сформована на основі експертних оцінок, може бути використана для розробки і реалізації великих комплексних заходів щодо стійкого розвитку системи з урахуванням їх впливу на соціальну, економічну та екологічну сфери. Для цього необхідно попередньо створити план реалізації стратегії, на базі якого оцінюються зміни параметрів, що складають основу прийняття рішень у процесі реалізації. На підставі значень цих параметрів може бути визначена ймовірність впливу комплексних заходів та її вплив на соціально-економічний розвиток [8, с.128-132].

У контексті диференціації факторів соціально-економічного розвитку, сумарний зовнішній і внутрішній вплив яких приводить до виникнення подій, що призводять до зриву, усі фактори, як кількісно, так і якісно вимірювані в процесі прийняття рішень, слід групувати також з позицій оперативності дій. Комплексний вплив зазначених чинників перманентно здійснюється на реалізацію програм, відображаються в профілі ризиків.

Специфіка ризиків з позицій виявлення загроз та невизначеності у прийняття рішень дозволяє сформувати цикл прийняття рішень з точки зору ризикованості та безпеки реалізації.

У сучасних умовах використання інформації в технологічному забезпеченні процесу управління базується на наступних особливостях:

- сучасна постіндустріальна парадигма розвитку продуктивних сил передбачає домінантність інформаційних ресурсів економічному розвитку, виробить до істотного зниження ролі локальних меж у розвитку;

- упровадження сучасних й інформаційних систем і технологій, обмежених у своєму використанні економічною ефективністю, а також параметрами і структурними особливостями процесу управління економічними системами;

- інформація, котра наразі є детермінантним ресурсом і ядром науково-технічного процесу, зумовлює зміни структури виробництва на мікрорівні;

- поряд з тісною єдністю інформації зі структурою виробництва, можна ідентифікувати певну кореляцію між структурою процесу управління та програмно-інформаційними засобами, що її забезпечують.

Система інформаційної підтримки стратегії сталого розвитку повинна бути скоординована в зовнішньому середовищі з користувачами, а також оперувати великими обсягами інформації, тому є найбільш зручною формою організації зберігання і доступу до інформації з бази даних.

У цьому контексті технологічні засоби, що інфраструктурно забезпечують інформаційний обмін у процесі прийняття та реалізації управлінських рішень, повинні мати наступні властивості: адаптованість для широкого класу показників, кожен з яких має свій масив інформації кількісного і якісного характеру; повна інформаційна сумісність з інформаційними системами різних рівнів управління; наступність нових інформаційних технологій з платформами, що використовуються в існуючій інформаційній системі; автоматизація значної кількості функцій, які здійснюються при оцінці соціально-економічного.

Ефективність реалізації програм у довгостроковій перспективі може базуватися на застосуванні дієвих фінансових механізмів, що здійснюють не тільки забезпечуючу, але і контрольну функцію з боку учасників програми за допомогою: створення страхових пулів; створення єдиних гарантійних фондів сприяння цілям; упровадження та адаптація до особливостей управління процедур санації;

упровадження технологій і процедур ризик-менеджменту. Механізми реалізації цих можливостей необхідно організаційно і законодавчо забезпечити, що можна і треба реалізувати в рамках принципу субсидіарності всіх учасників.

Таким чином можна зробити наступні висновки:

Процес управління сталим розвитком соціально-економічними системами це складний комплекс паралельно-послідовних етапів, які реалізуються на основі поєднання ресурсів, інструментів і технологій, що дозволяє формувати безліч ефективних рішень у форматі «якість-стійкість-ефективність». Синтез системного, програмно-цільового, проектного та процесного підходів та їх модифікацій для підтримки процесу управління дозволяє збалансувати досягнення цільових функцій з результатом на основі стратегії сталого розвитку.

Стратегія сталого розвитку – це дієві інструменти підтримки стратегічно орієнтованого процесу управління, оскільки технології їх реалізації дозволяють формалізувати і на адаптивної основі застосовувати ресурси, оптимізувати тимчасові інтервали у форматі цільової орієнтації на стратегічні й тактичні результати управління.

Системна підтримка реалізації стратегії сталого розвитку як інструменту, повинна здійснюватися на основі досягнення поєднання фаз життєвого циклу, взаємозамінності та інтенсифікації ресурсів у рамках багатовекторної, інтегрованої у відповідності зі структурою системи, цільової функції, основні параметри якої визначаються в рамках прийнятих концепцій і стратегій розвитку.

Модульний підхід до реалізації процесу управління забезпечує організацію та контроль над реалізацією стратегії сталого розвитку на основі адаптивного поєднання ресурсного, організаційного, структурних й ідентифікованих блок-схем і функціональних модулів.

Проектування та реалізація стратегії сталого розвитку як інструменту управління базується на комплексній оцінці їх потенціалу та ресурсної ємності на всіх етапах процесу управління, сполученого з фазами життєвого циклу реалізації, індикативна оцінка яких дозволяє підвищити ефективність за

рахунок забезпечення збалансованості ресурсів, керуючих впливів і оптимізації цільових функцій.

Інтегрована в процес управління стратегія сталого розвитку реалізуються в умовах перманентних змін у внутрішньому і зовнішньому середовищі, що призводить до виникнення ризику і невизначеності в процесі прийняття рішень. Специфіка ризиків у зазначеному контексті диференціюється в розрізі джерел виникнення, характер ризиків, можливостей їх формалізації і попередження, що вимагає відповідного комплексу адаптивних методик з оцінки та мінімізації ризиків на всіх етапах процесу.

Список використаної літератури

1. Акофф Р., Эмери Ф. О. О целеустремленных системах: Пер. с англ. Г. Б. Рубальского. – М.: Сов. радио, 1974. – 127 с.
2. Воронина И. Д., Егоров Е. А. Факторный подход к управлению развитием социальных систем регионального уровня // Управление большими системами. Выпуск 6. – М.: ИПУ РАН, 2004.
3. Иншаков О. В. «Ядро развития» в контексте новой теории факторов производства // Экономическая наука современной России. 2003. – № 1.
4. Мескон М. Х., Альберт М., Хедоури Ф. Основы менеджмента: Пер. с англ. – М.: Дело, 1997. – 704 с.
5. Оптнер С. Л. Системный анализ для решения деловых и промышленных проблем. – М.: Сов. радио, 1969. – 216 с.
6. Садовский В. Я. К вопросу о методологических принципах исследования объектов, представляющих собой системы // Проблемы методологии и логики наук. – Томск. – 1962.
7. Системный анализ и структура управления / Под общ. ред. проф. В. Г. Шорина. – М.: Знание, 1975. – 304 с.
8. Хан Д. Планирование и контроль: концепция контроллинга: Пер. с нем. / Под. ред. и с предисл. А. А. Турчака, Л. Г. Головача, М. Л. Лукашевича. – М.: Финансы и статистика, 1997. – 800 с.

3.5. ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРСОНАЛА ПРЕДПРИЯТИЯ

Кадровая стратегия является частью общей экономической стратегии любого предприятия и его перспективного планирования. Важную роль в этих планах сегодня играют информационно-аналитические системы (ИАС) как фактор обновления и повышение эффективности производства в общей экономической стратегии предприятия.

Создание современных ИАС требует обработку большого объема информации. Это обусловлено широким спектром организационно-экономическими и технико-технологическими задачами, которые выполняет персонал. Поэтому разработка построение системы, модели и методики определения оценки степени эффективности персонала является актуальной задачей.

Влияние роли человека как субъекта управления в управлении экономическими системами были представлены в работах Кузнецова М.В., Овчинникова А.С. [1], Котлера Ф. [2], Ирикова В.А.[3]. Вместе с тем проблемы рейтингового управления небыли решены. Решению данной проблемы были посвящены работы Лысенко Ю.Г., Петренко В.Л. [4, 5] и других.

Реализация стратегических, тактических и оперативных задач развития сложного экономического объекта [6] требуют создание эффективных систем управления персоналом.

Предлагается информационно-аналитическая система оценки степени эффективности персонала, которая представляет собой процесс управления персоналом: движение кадров, исполнительская дисциплина, аттестация, обучение и другие.

В системе предусматривается автоматизация следующих функций отдела труда и заработной платы и расчетного отдела бухгалтерии:

- учет и анализ движения кадров;
- формирование планового и фактического штатного расписания;

– автоматизированное формирование и регистрация административных приказов в области управления персоналом.

В информационно-аналитической системе управления персоналом исходным является административный приказ. Выделяются два типа административных приказов:

- по личному составу (на увольнение, предоставление отпуска, перевод, назначение на должность);
- на выполнение работ.

Административные приказы, сформированные в отделах и подразделениях (районных управлений), заносятся в базы данных соответствующих объектов (дуги 1). Печатные формы приказов, сформированные в автоматизированном режиме, передаются на подпись руководителю (районного управления) или другим ответственным лицам (дуги 2). После подписи приказов первым руководителем или его заместителями они предоставляются непосредственному исполнителю, что фиксируется подписью на контрольном бумажном варианте приказа, а на его электронной копии секретарь первого руководителя ставит отметку о принятии приказа к исполнению (дуги 3).

На основании нормативных документов и статистических данных сотрудниками отдела труда и заработной платы формируется проект штатного расписания. Утвержденный проект штатного расписания отображается в базе данных (дуги 5).

Структура ИАС оценки степени эффективности персонала персоналом управления персоналом [7] приведена на рис. 1.

Проект штатного расписания формируется на основании утвержденного штатного расписания за предыдущий плановый период с отображением вносимых изменений.

На основании утвержденного штатного расписания определяется список вакантных должностей. В процессе принятия на работу кандидата на вакантную должность заполняется личный листок и заявление для формирования инспектором отдела труда и заработной платы личной карточки.

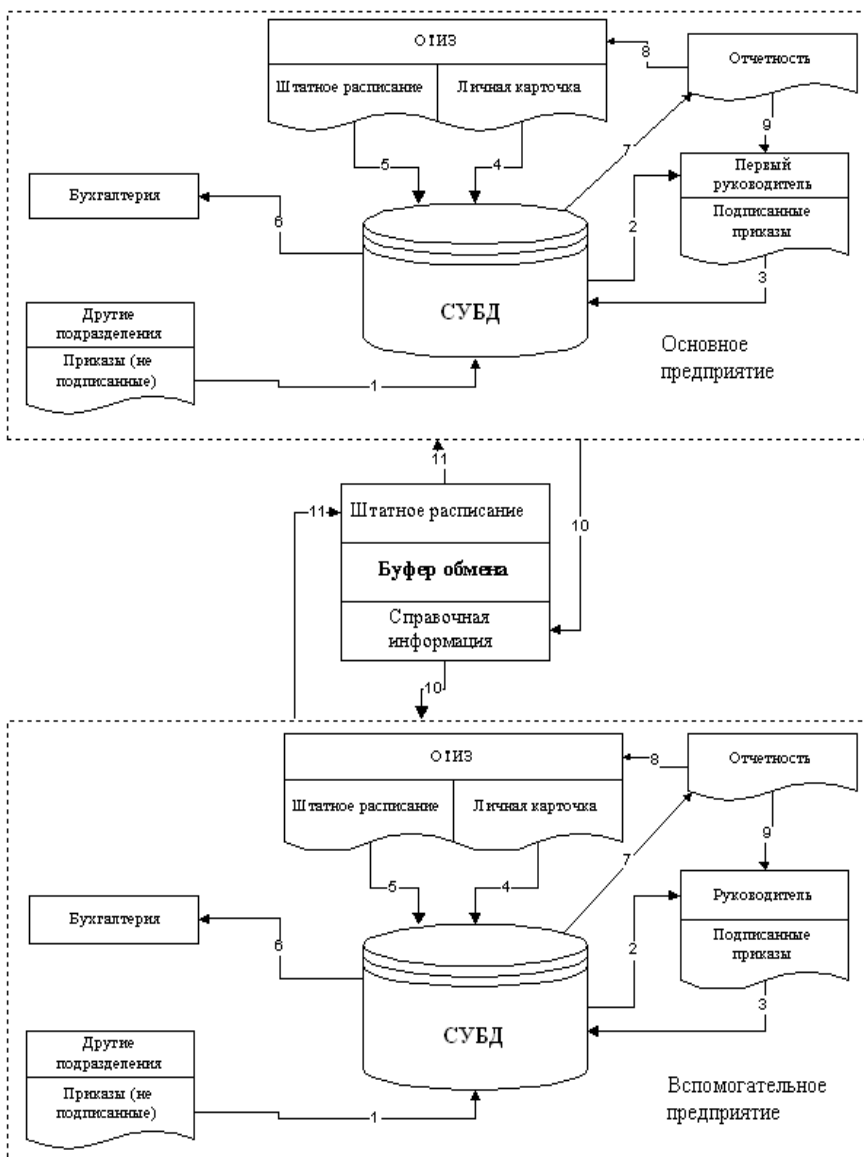


Рис. 1. Структура ИАС оценки степени эффективности персоналом

На основании информации из базы данных, являющейся ограничением целостности данных при зачислении работника на вакантную должность, издается административный приказ по личному составу на зачисление. После подписи приказа ответственными лицами вакансия в штатном расписании автоматически закрывается, а информация о новом сотруднике заносится в базу данных (дуги 4).

Должностные перемещения работников: увольнения, переводы, отпуска, осуществляются на основании административных приказов по личному составу, которые автоматизировано, формируются инспекторами отдела труда и заработной платы. При этом автоматически происходят соответствующие изменения в штатном расписании.

Информационно-аналитическая система оценки степени эффективности персоналом предусматривает взаимодействие с существующей подсистемой расчета заработной платы. Взаимодействие осуществляется с использованием буфера обмена данными. Автоматизированная система управления персоналом ГПП предоставляет подсистеме расчета заработной платы информацию из базы данных отдела труда и заработной платы (дуги 6), что позволяет избежать повторного ввода данных.

Информационно-аналитическая система оценки степени эффективности персоналом предусматривает использование локальной компьютерной сети и сети Интернет для общения персонала. Данная информационная система дистанционного обучения обеспечивает доступ к удаленной информации и позволяет использование новых подходов как в обучении, так и повышении квалификации персонала.

В этой связи особую актуальность приобретает решение проблемы оценки степени эффективности персонала в ИАС предприятия.

Результирующие показатели работы персонала на предприятии могут быть представлены в виде многомерных структур, где каждое измерение представлено соответствующими показателями и их системой.

Предлагается следующая методика оценки степени эффективности персонала и его составляющих:

1. Выбор анализируемых показателей. Необходимо получить множество рейтинговых оценок:

$$P = \{p_i = (op1, op2, ep1, ep2, ep3)\}, i = \overline{1, N} \quad (1)$$

где $op1$ – обобщенный показатель должностного соответствия, который характеризует степень соответствия квалификации и опыта работы занимаемой должности, уровень ответственности, а также качество исполняемых должностных обязанностей (исполнение текущих работ и обязанностей, предусмотренных должностными инструкциями); $op2$ – обобщенный показатель исполнительности, который характеризует эффективность выполнения заданий (сложность, качество, своевременность); $ep1$ – амбициозность, единичный показатель личностной характеристики; $ep2$ – качество лидера, единичный показатель личностной характеристики; $ep3$ – уровень отношения в коллективе, единичный показатель личностной характеристики.

2. Определение исходной информации, необходимой для расчета показателей: данные из приказов, экспертные оценки, аналитические показатели (например, стаж работы).

Прежде чем описать формализованный набор множеств исходной информации введем некоторые правила обозначения. Если определено множество $A = \{a_i = (a1, a2, a3)\}$, то для использования значения компонента $a2$ вектора a_i будет использована запись $a_i.a2$ (оператор присоединения).

Пусть определены:

– $P0$ – множество эталонных или средних значений выполнения должностных обязанностей сотрудниками:

$$P0 = \{p0_i = (op01, op02)\}, i = \overline{1, N} \quad (2)$$

где $op01$ – эталонное или среднее значение выполнения должностных обязанностей i -го сотрудника; $op02$ – эталонное или среднее значение уровня оценки выполнения заданий i -го сотрудника.

– SP – множество специальностей (экономист, строитель и т.д.)

$$SP = \{sp_r\}, r = \overline{1, L^{sp}} \quad (3)$$

где sp_r – r -ая специальность; L^{sp} – количество специальностей.

– UO – множество категорий уровня образования (среднетехническое, высшее и т.д.)

$$UO = \{uo_v = (\text{name}, \mu)\}, v = \overline{1, L^{uo}} \quad (4)$$

где uo_v – вектор характеристик v -й категории, name – наименование категории, μ – оценка уровня образования для категории в балах; L^{uo} – количество категорий.

– UD – множество уровней иерархии предприятия (высшее руководство, руководство среднего звена и т.д.):

$$UD = \{ud_w = (\text{name}, \lambda)\}, w = \overline{1, L^{ud}}, \quad (5)$$

где ud_w – вектор характеристик w -й уровня, name – наименование уровня, λ – оценка уровня в балах; L^{ud} – количество уровней, определяемый масштабом предприятия.

– D – множество должностей

$$D = \{d_j = (\text{name}, ud, uo, kL, SPD) : ud \in UD, uo \in UO\}, j = \overline{1, L^d} \quad (6)$$

$$SPD = \{spd_{r'} = (\text{sp}, \beta) : \text{sp} \in SP, 0 \leq \beta \leq 1\}, r' = \overline{1, L_j^{spd}}, \quad (7)$$

где d_j – j -ая должность, name – наименование должности, ud – уровень должности в иерархии предприятия, uo – уровень образования необходимы для j -ой должности, kL – необходимый опыт работы (минимальное количество лет) на данной должности для оптимального квалификационного уровня; SPD – множество специальностей связанных с этой должностью; $spd_{r'}$ – вектор характеристик соответствия r' -й специальности j -й должности; β – коэффициент соответствия специальности r' -й должности; L^d – количество должностей; L_j^{spd} – количество специальностей по j -й должности.

– SD – множество, характеризующее соответствие и взаимозаменяемости должностей:

$$SD = \{sd_g = (d1, d2, \phi) : d1 \in D, d2 \in D, 0 \leq \phi \leq 1, \quad (8)$$

$$\forall (d1 = d2) \Rightarrow \phi = 1\}, g = \overline{1, L^{sd}}$$

$$L^{sd} = (L^d)^2, \quad (9)$$

где sd_f – f -й вектор характеристик соответствия должностей $d1$ и $d2$; ϕ – коэффициент соответствия.

– A – множество характеристик по сотрудникам

$$A = \{a_i = (ds, ST, OB) : ds \in D\}, i = \overline{1, N}, \quad (10)$$

$$ST = \{st_{j'} = (d, kL) : d \in D\}, j' = \overline{1, L_i^{st}}, \quad (11)$$

$$OB = \{ob_w = (sp, uo, god) : sp \in SP, uo \in UO\}, v = \overline{1, L_i^{ob}} \quad (12)$$

где a_i – вектор характеристик i -го сотрудника; ds – должность, занимаемая сотрудником; ST – множество должностей, на которых ранее работал сотрудник и стаж работы на них; $st_{j'}$ – вектор характеристик стажа работы на предыдущих должностях; kL – стаж (количество лет) работы на должности d ; OB – множество, отражающее полученное образование i -м сотрудником; sp – специальность; uo – уровень образования; god – год получения квалификационного документа (аттестата, диплома и др.); L_i^{st} – количество должностей занимаемых ранее i -м сотрудником; L_i^{ob} – количество специальностей по которым получено образование i -м сотрудником.

– Z – множество дополнительных заданий (определяемых приказами) и их характеристик на предприятии:

$$Z = \{z_k = (t0, tk, tk', usz) : 0 \geq usz \geq 1\}, k = \overline{1, M}, \quad (13)$$

где z_h – вектор характеристик h -го задания; $t0, tk$ – точки, соответственно, начала и конца временного интервала, определяющего срок выполнения задания в единицах измерения рабочего времени (например, рабочие дни, часы и др.); tk' – момент времени, определяющий критический срок исполнения задания, по истечении которого задание либо отменяется, либо передается другому исполнителю; usz – уровень сложности задания; L^z – количество заданий.

– IZ – множество характеристик исполнения дополнительных заданий сотрудниками:

$$IZ = \{iz_k = (a, z, uv^p, uv) : a \in A, z \in Z, \quad (14)$$

$$0 \leq uv^p \leq 200, 0 \leq uv \leq 100\}, k = \overline{1, M},$$

где iz_k – вектор характеристик k -го задания; a – сотрудник исполняющий(ший) задание; z – задание; uv^p – процент выполнения задания по плану на текущий момент времени t ($uv^p=0$ в момент времени t_0 , $uv^p=100$ в момент времени tk , $uv^p=200$ в момент времени tk'); uv – процент выполнения задания на текущий момент времени t .

В случае не выполнения

3. Расчет значений показателей, входящих в модель. Прежде чем рассмотреть экономико-математические модели расчета показателей, приведем ряд вспомогательных функций и констант:

$$\delta(x) = \begin{cases} x, & x \leq 1 \\ 1, & x > 1 \end{cases} \quad (15)$$

Функция $f\beta$ возвращает значения коэффициент соответствия специальности xsp должности xd :

$$f\beta(xsp, xd) = \begin{cases} d_{j_0} \cdot spd_{r'_0} \cdot \beta, & \exists j_0, r'_0 : \\ & (d_{j_0} = xd) \wedge (d_{j_0} \cdot spd_{r'_0} \cdot sp = xsp) \\ 0, & \neg \exists j_0, r'_0 : \\ & (d_{j_0} = xd) \wedge (d_{j_0} \cdot spd_{r'_0} \cdot sp = xsp) \end{cases} \quad (16)$$

Функция $f\phi$ возвращает значения коэффициент соответствие и взаимозаменяемости должности xds должности xd :

$$f\phi(xds, xd) = \begin{cases} sd_{g_0} \cdot \phi, & \exists g_0 : (sd_{g_0} \cdot d1 = xds) \wedge (sd_{g_0} \cdot d2 = xd) \\ 0, & \neg \exists g_0 : (sd_{g_0} \cdot d1 = xds) \wedge (sd_{g_0} \cdot d2 = xd) \end{cases} \quad (17)$$

$godT$ – значение текущего года.

$kLPens$ – максимальный пенсионный возраст,

определенный законодательством.

Функция $T(t1,t2)$ – возвращает количество единиц измерения рабочего времени (например, рабочие дни, часы и др.) временного интервала $[t1,t2]$.

Рассмотрим экономико-математические модели расчета показателей рейтинга:

– ключевым моментом в определении должностного соответствия является соответствие уровня образования занимаемой должности во взаимодействии с опытом работы на аналогичных или сопряженных должностях.

$$p_i \cdot op1 = \delta(op11 \cdot op12) \cdot op13, \quad (18)$$

$$op11 = \sum_{w=1}^{L_i^{ob}} f\beta(a_i \cdot ob_w \cdot sp, a_i \cdot ds) \cdot \frac{a_i \cdot ob_w \cdot uo}{a_i \cdot ds \cdot uo} \cdot \frac{a_i \cdot ob_w \cdot god}{godT}, \quad (19)$$

$$op12 = \sum_{j=1}^{L_i^{st}} f\phi(a_i \cdot ds, a_i \cdot st_j \cdot d) \cdot \left(\frac{a_i \cdot st_j \cdot kL}{a_i \cdot ds \cdot kL} \right)^{\frac{2 \cdot a_i \cdot ds \cdot kL}{kL \cdot Pens}} \cdot \frac{a_i \cdot st_j \cdot d \cdot ud}{a_i \cdot ds \cdot ud}, \quad (20)$$

где $op11$ – квалификационный уровень, полученного образования; $op12$ – квалификационный уровень, определяемый опытом работы; $op13$ – качество выполнения должностных обязанностей, определяется экспертом.

– ключевым аспектом в определении значения обобщенного показателя исполнительности является своевременность выполнения задания с учетом его сложности:

$$p_i \cdot op2 = \frac{1}{M} \sum_{\forall iz'_k \in IZ'_i} iz'_k \cdot z.usz \cdot \frac{2 \cdot iz'_k \cdot uv - iz'_k \cdot uv^p}{100} \quad (21)$$

$$IZ'_i = \{iz'_k : \exists a_i \in A, \forall iz'_k \in IZ \Rightarrow iz'_k \cdot a = a_i\}, k' = \overline{1, M'_i} \quad (22)$$

– Единичные показатели $ep1, ep2, ep3$ определяются экспертным методом либо руководством отделов, либо сотрудниками отделов по методу Дельфи с периодичностью установленной на предприятии (например, в через год после поступления в отдел или ежегодно).

4. Расчет тенденций. Тенденцией показателя A является

величина его отклонение от начального (базового) значения $T(x)=x_k-x_n$, где x_k и x_n – соответственно конечное и начальное (базовое, эталонное или среднее) значение показателя А. Тогда:

– эффективности выполнения должностных обязанностей

$$T(p_i.op1) = p_i.op1(t) - p_{0_i.op01}; \quad (23)$$

– эффективности выполнения заданий

$$T(p_i.op2) = p_i.op2(t) - p_{0_i.op02}. \quad (24)$$

Для решения задач анализа степени эффективности персонала предлагается использовать метод тенденций.

Аксиоматика процесса для аддитивных и мультипликативных составляющих следующая:

– тенденция показателя равна нулю, если текущее значение равно базовому или эталонному:

$$T(x)=x_k-x_n=0; \quad (25)$$

– тенденция произведения постоянной величины на показатель x равна произведению этой постоянной величины на тенденцию показателя:

$$T(ax)=ax_k-ax_n=aT(x); \quad (26)$$

– тенденция суммы (разности) показателей равна сумме (разности) тенденций отдельных показателей:

$$T(x \pm y) = (x_e - x_i) \pm (y_e - y_i) = \dot{O}(x) \pm \dot{O}(y); \quad (27)$$

– тенденция произведения двух показателей:

$$\dot{O}(xy) = x_i \dot{O}(y) + x_e \dot{O}(y) + \dot{O}(x) \dot{O}(y) = x_i \dot{O}(y) + y_i \dot{O}(x) + \dot{O}(x) \dot{O}(y); \quad (28)$$

$$+ \frac{\dot{O}(x) \dot{O}(y) (|\dot{O}(x)| + |\dot{O}(y)|)}{|\dot{O}(x)| + |\dot{O}(y)|} = \dot{O}(x) \left[y_i + \frac{|\dot{O}(x) \dot{O}(y)|}{|\dot{O}(x)| + |\dot{O}(y)|} \right] + \dot{O}(y) \left[x_i + \frac{|\dot{O}(y) \dot{O}(x)|}{|\dot{O}(x)| + |\dot{O}(y)|} \right]$$

– тенденция частного двух показателей:

$$\dot{\Delta}(x/y) = \frac{\dot{\Delta}(x) - \dot{\Delta}(y) \left[x/y_i + \frac{|\dot{\Delta}(x)|\dot{\Delta}(x/y)}{|\dot{\Delta}(x/y) + \dot{\Delta}(y)|} \right]}{\hat{A}_i + \frac{|\dot{\Delta}(x/y)|\dot{\Delta}(y)}{|\dot{\Delta}(x/y) + \dot{\Delta}(y)|}}. \quad (29)$$

Тогда полученная модель для произвольного числа показателей имеет следующий вид:

$$T\left(\prod_{i=1}^n x_i\right) = \sum_{i=1}^n T(x_i) \left\{ \prod_{j=1, \neq i}^n x_{ij} + |T(x_i)| \left[\sum_{k=1}^{n-1} \sum_{s=1}^{C_{n-1}^k} \frac{\prod_{j=1, \neq i}^n C_{ksj}(x_i, T(x))}{|T(x_i)| + \sum_{j=1, \neq i}^n C_{ksj}(0, |T(x)|)} \right] \right\}, \quad (30)$$

где $C_{ksj}(\alpha, \beta)$ – k -й член суммы или произведения n чисел, принадлежащих множествам $\alpha_1 \alpha_2 \dots \alpha_n$ и $\beta_1 \beta_2 \dots \beta_n$, численно равный α_k или β_k . Выбор величины α_k и β_k осуществляется с учетом следующих обстоятельств:

- каждая элементарная сумма или произведение величин $C_{ksj}(\alpha, \beta)$ (комбинаторных слагаемых) содержит k элементов β и $(n-k)$ элементов α ,
- s – номер варианта возможных перестановок из k элементов β среди C_{n-1}^k общего числа их возможных перестановок.

Представленные выражения (23) и (24) дают возможность спектрального разложения тенденций результирующих показателей эффективности персонала.

5. Расчет тенденции степени эффективности персонала по формуле:

$$T(f_i) = T(p_i \cdot op1 + T(p_i \cdot op2)), \quad (31)$$

где $T(f_i)$ – тенденция степени эффективности i -го сотрудника, j – интервал наблюдения (день, неделя, месяц, квартал, год).

6. Построение гистограммы. На гистограмме отражается

следующая информация: столбчатая диаграмма с накоплением показывает влияние изменения каждого показателя на изменение результирующей тенденции степени эффективности сотрудника. Вид гистограммы представлен на рис.2.

7.

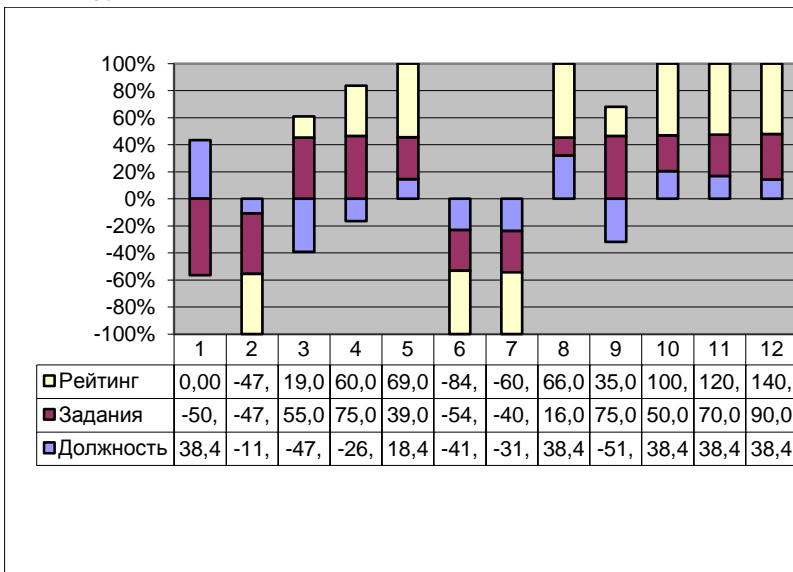


Рис.2. Рейтинговая оценка степени эффективности сотрудника

Таким образом, предложенная структура информационно-аналитической системы, а также разработанные метод и модель оценки степени эффективности сотрудника могут быть применены для расчета как обобщенного показателя рейтинга, так и для частных задач распределения финансовых средств (бонусов, премии, назначения надбавок и т.д.), назначения заданий (параметры стратегии при назначении заданий: индивидуальное или коллективное задание, сложность и т.д.), назначения на должность (продвижение или понижение в иерархии должностей).

Список использованной литературы

1. Кузнецов М.В., Овчинников А.С. Технический анализ рынка ценных бумаг. – М.: Инфра-М, 1996 г. – 124 с.

2. Котлер Ф. Основы маркетинга. – М.: Бизнес-книга, 1995. – 702 с.
3. Технология и опыт вывода предприятия из кризисного и банкротного состояния в конкурентоспособное / Под ред. академика АЭН РФ Ирикова В.А. – М.: Аллегро-пресс, 1996. – 232с.
4. Богатов О.И., Лысенко Ю.Г., Петренко В.Л., Скобелев В.Г. Рейтинговое управление экономическими системами. – Донецк: Юго-Восток, 1999.- 110с.
5. Комплексная оценка в системе рейтингового управления предприятием / Белый А.П., Лысенко Ю.Г., Мадых А.А., Макаров К.Г.; под общ. ред. Ю.Г. Лысенко. – Донецк: ООО «Юго-Восток, Лтд», 2003. – 120с.
6. Иванов Н.Н. Информационно-аналитические системы в управлении экономическими объектами // Науковий журнал «Бізнес інформ». Харків: ВД«ІНЖЕК», №10(429). 2013.– С.141-145.
7. Иванов Н.Н. Информационно-сервисные системы в управлении сложным экономическим объектом. Монография. – Донецк: ООО «Юго-Восток, Лтд», 2005. – 265 с.

3.6. ДОСЛІДЖЕННЯ РОБІТ З ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ЗМІШАНОГО НАВЧАННЯ

У той час, коли найважливішою рисою інформаційного суспільства вважають навчання людини протягом всього життя, освітні програми забезпечують впевненість у майбутньому і можливість самореалізації кожної особистості. Впровадження інновацій є актуальним завданням і для закладів освіти, оскільки оптимізація навчального процесу, організація сприятливих умов для засвоєння знань та підвищення якості освіти стають неодмінною умовою конкурентоспроможності і поліпшення позицій на ринку освітніх послуг. Зацікавленими в новітніх технологіях є і викладачі, які одержують підтримку свого професійного зростання та творчих пошуків.

Результатом впровадження новітніх технологій в освіті стали системи електронного навчання (E-learning, electronic learning), що здійснюється з використанням Інтернет і мультимедіа [6]. Близькими за значенням синонімами є «дистанційне навчання», «навчання з застосуванням комп'ютерів», «мережне навчання», «віртуальне навчання».

Електронне навчання передбачає:

- самостійну роботу з електронними матеріалами у вибраній студентом формі;
- миттєвий доступ до територіально віддалених навчальних матеріалів і дистанційних засобів навчання у будь-який зручний для студента час;
- одержання консультацій, порад, оцінок у віддаленого територіально викладача (експерта), можливість дистанційної взаємодії;
- створення розподіленого співтовариства користувачів (соціальних мереж, форумів, чатів, блогів і т. п.) зі спільним віртуальним навчанням;
- регулярне оцінювання зі зворотнім зв'язком;
- розвиток електронних навчальних ресурсів.

Існує велике розмаїття концепцій і підходів до реалізації електронного навчання, серед яких виділено найбільш значущі:

- адаптивне навчання використовує комп'ютери як інтерактивні засоби навчання з адаптацією подання матеріалів

відповідно до потреб студентів, виходячи з їх відповідей на запитання і завдання, так, як це міг би робити викладач;

– віртуальний клас – навчальне середовище, доступне в режимі он-лайн через Інтернет або корпоративну мережу. У віртуальному класі відбуваються багатосторонні відеоконференції, спілкування у текстовому або голосовому чаті, показ презентацій. Взаємодія студентів і викладача відбувається синхронно;

– MOOC (massive open online course) – масовий відкритий онлайн-курс. Велика кількість учасників переглядають відеолекції, поділені на 10-15-хвилинні фрагменти, і взаємодіють з викладачем та іншими студентами на форумі в режимі онлайн. Після завершення курсів студенти проходять онлайн-тести з наступним автоматичним оцінювання або виконують завдання, що розглядаються рецензентами. Можливе також сполучення цих варіантів;

– перевернуте навчання (Flipped Classroom, перевернутий клас) – зворотній метод підготовки, під час якої викладання і навчання відбувається в режимі онлайн за межами класу, а виконання домашніх завдань – у класі;

– хмарне навчання – застосування технологій хмарних обчислень до електронних навчальних ресурсів від віртуальних класів акредитованих університетів до невеликих тренінгових модулів компаній і приватних підприємств;

– мобільне навчання – студенти можуть одержувати доступ до навчальних матеріалів за допомогою КПК, смартфонів, мобільних телефонів;

– ігровий підхід (Gamification) – застосування проекту поведінки гравця у комп'ютерну гру до неігрових додатків, щоб зробити їх більш захопливими і веселими.

Головною метою запровадження електронного навчання є набуття студентами вмінь самостійно орієнтуватись в новій інформації, формування у них творчого нешаблонного мислення і готовності до ефективної роботи за спеціальністю на рівні світових стандартів з неперервним процесом самовдосконалення і саморозвитку.

При цьому долаються головні недоліки традиційних методів навчання – неможливість точно відстежити

результативність навчання; слабка система контролю в режимі реального часу; обмежений доступ до навчання (вчать лише ті, хто може бути присутнім в аудиторії); пасивність одержаних знань і навичок; об'єднання в одній навчальній групі осіб з різним рівнем підготовки.

Водночас електронне навчання має свої недоліки, найсуттєвішим з яких називають сильну залежність від активності/пасивності студентів.

З метою сполучення найкращих здобутків різних підходів запроваджують змішане навчання (Blended learning) – форму навчання, яка сполучає різні методи підготовки (тренінги, майстер-класи, симуляції, електронне навчання, самостійну роботу), найбільш підході для вирішення конкретних завдань навчального процесу [4, 5, 7, 8].

Змішування відбувається в кількох аспектах. Строгі формальні способи навчання (робота в класі/аудиторії) доповнюються неформальними (обговорення під час Інтернет-конференцій). Також передбачається комбінація різних способів подання навчального матеріалу (очне, електронне, самостійне навчання) з використанням методик управління знаннями. Викладання та навчання відбуваються як синхронно (викладач і студенти перебувають під час лекції, дискусії чи презентації в одному реальному або віртуальному класі водночас), так і асинхронно (викладач забезпечує в доступності навчальні матеріали, а студенти протягом певного проміжку часу мають здійснити визначену кількість підключень, якщо така регламентація взагалі передбачена). Конкретний варіант «змішування» визначається прийнятою моделлю керування:

- очне керування – викладач особисто надає більшу частину програми, система електронного навчання використовується під час лабораторних робіт або як допоміжний засіб;

- ротація – у рамках обраних курсів студенти переходять за заданим графіком від самостійного дистанційного навчання до роботи в аудиторії з викладачем;

- гнучке керування – більша частина матеріалів з дисципліни доступна он-лайн, викладач через сайт надає

рекомендації та зауваження персонально або через діалогові сесії з малими групами;

- он-лайн лабораторія – весь курс надається в електронному форматі, але у визначеному місці (приміщенні); студенти, які працюють за програмою он-лайн лабораторії, можуть проходити і традиційні курси;

- само-змішування – студенти можуть вибирати на свій розсуд віддалені курси на додаток до традиційної програми;

- он-лайнове керування – навчальні матеріали надаються в електронному варіанті, студенти працюють віддалено, але очні перевірки є можливими або обов'язковими.

У результаті аналізу визначено такі переваги змішаного навчання:

- наявність різних моделей навчального процесу;
- підвищення рівня мотивації учнів за рахунок розмаїття елементів навчання;

- зниження загальних витрат на навчання і можливість скласти курс навчання як з використанням "економних" засобів, так і дорогих, якщо в цьому є необхідність;

- можливість навчання різних цільових груп на єдиній методичній основі.

Серед недоліків виокремлено такі:

- новизна і складність підготовки та організації;
- потреба у великих вкладеннях для запровадження;
- високий ступінь залежності від технічних ресурсів, до яких ставлять високі вимоги щодо надійності, легкості у використанні і відповідності останнім технологічним рішенням;

- високий рівень необхідної ІТ-грамотності користувачів і вимоги щодо їх технічної підтримки протягом всього навчання;

- неправильно підібрані і погано реалізовані моделі не дають позитивного ефекту.

Таким чином технологічність стає як найсильнішою перевагою змішаного навчання, так і його найбільшим викликом. У цьому контексті визначено два тісно взаємопов'язані напрями робіт з підготовки та запровадження

змішаного навчання – організаційно-методичний і техніко-технологічний.

У рамках першого напрямку визначено наступні завдання.

По-перше, запровадження змішаного навчання має відбуватись за програмою, що у контексті глобальних цілей (якість освіти, доступність, соціальна роль та ін.) передбачає заходи як у рамках окремих курсів, так і для всього навчального закладу.

По-друге, мають підтримуватись і стимулюватись зміни у викладацькій діяльності, місці і ролі викладача в навчальному процесі, його функціях. Головними факторами для цього є ускладнення робіт з розроблення курсів, необхідність оволодіння спеціальними навичками, технологіями та інструментальними засобами, підвищення вимог щодо якості навчальних матеріалів, збільшення навантаження з підтримки студента в початковому процесі, поліпшення зворотного зв'язку викладача із студентом.

По-третє, має здійснюватись залучення нових фахівців та професійно підтримуватись опанування викладачами додаткових спеціальностей, серед яких виокремлено такі:

- розробник (дизайнер) курсів;
- фахівець з інтерактивного подання навчальних матеріалів та взаємодії зі студентами під час вивчення ними курсів;
- консультант з методик навчання;
- фахівець з методів контролю за результатами навчання, відповідальний за організацію та проведення тестів, заліків, іспитів (в міжнародній практиці – інвігілатор, від англ. «invigilate» – стежити під час іспиту за тими, хто його складає);
- фахівці з технологій (комп'ютерної графіки, анімації, телекомунікацій, відеоз'йомки тощо);
- адміністратори віртуальних класів.

Відповідні функції можуть виконуватись як однією особою, так і кількома фахівцями, що спеціалізуються у конкретних областях знань.

Програма підвищення кваліфікації кожного викладача повинна включати проходження тренінгів зі змішаного навчання з метою якісної підготовки з проектування,

структурування, реалізації ефективних курсів і планування та реалізації взаємодії із студентами.

Всі роботи з професійної перепідготовки повинні здійснюватись централізовано на базі спеціалізованого центру.

По-четверте, повинна бути передбачена підтримка студентів на всіх етапах їх участі у змішаному навчанні. З цією метою доцільно впровадити систему підтримки навчання (Learning Support System, LSS) – дорадчу систему, що надасть допомогу студентам під час формулювання цілей навчання, формування індивідуальних навчальних планів, вибору програм ті варіантів проходження курсів, реєстрації на курси, розробки власного стилю навчання, а також забезпечить взаємодію з адміністрацією з будь-яких питань.

Підготовка належного техніко-технологічного забезпечення має передбачати створення трьох основних його складових:

- технічне оснащення/переоснащення всіх задіяних підрозділів університету, комп'ютеризація робочих місць викладачів, оптимізація кількості і розташування комп'ютерних класів, забезпечення належної потужності серверів і пропускної спроможності мережі з глобальним доступом до неї;

- створення навчального інформаційного середовища з електронною бібліотекою, відео- та аудіотеками, комп'ютерними програмами тощо. Крім власне навчальних матеріалів, що їх слід створити або дібрати, структурувати та організувати, для кожного курсу мають бути визначені цілі та шляхи їх досягнення, припустимі способи подання навчальних матеріалів, методи навчання та оцінювання, способи стимулювання та заохочення студентів, завдання, вправи, питання для обговорення, шляхи організації дискусій та інших видів робіт, а також взаємодії між усіма учасниками процесу;

- придбання (розроблення) і впровадження автоматизованих систем керування навчанням.

Склад автоматизованих систем навчального закладу може варіюватись, але як типові визначено такі рівні:

- кероване навчальне середовище (Managed Learning Environment, MLE) – загальна інфраструктура навчального

закладу, створена для автоматизації управління навчальним процесом. Однією із складових керованого навчального середовища є віртуальне навчальне середовище;

– віртуальне навчальне середовище (virtual learning environment, VLE), навчальна платформа (learning platform) – система підтримки процесу електронного навчання, що надає індивідуалізований доступ до віртуальних класів, навчальних матеріалів, завдань, систем перевірки знань, а також зовнішніх ресурсів, зокрема, академічних, бібліотечних та музейних. Це також середовище спілкування та взаємодії студентів з викладачами та з іншим студентами. Основними складовими віртуального навчального середовища є система керування навчанням і система керування навчальним контентом;

– система керування навчанням (Learning Management System, LMS) – система складання розкладів, надання доступу до електронних навчальних матеріалів або їх доставки, встановлення цілей навчання та оцінювання ступеня їх досягнення, відстеження успішності проходження курсів, визначення прогалин у підготовці і вироблення рекомендацій щодо їх подолання, адміністрування та звітування з окремого віртуального навчального курсу, а також збирання та аналізу даних щодо навчального процесу в цілому. Саме ця система надає викладачеві змогу створювати і поширювати контент, відстежувати участь студентів у навчальному процесі та оцінювати їх успішність. Студенти можуть використовувати інтерактивні функції, такі як розгалужені дискусії, відео конференції, дискусійні форуми;

– система керування навчальними контентом (Learning Content Management System, LCMS) – система створення, зберігання, доставки, первинного і повторного використання цифрових навчальних матеріалів (контенту), які надаються користувачам у формі «навчальних об'єктів» персоналізовано за допомогою LMS-системи;

– система керування курсом (Course Management System, CMS) – множина інструментів для створення вмісту онлайн-курсу та його розміщення у Web-середовищі без оперування HTML або будь-якою мовою програмування.

Центральний компонент серед названих, LMS-системи, на даний момент налічує у своєму розвитку три покоління [2]. Головним специфічним критерієм вибору такої системи має бути відповідність вимогам стандартів і специфікацій, які забезпечують сумісність окремих систем на рівні їх контенту (Dublin Core, IMS Learning Resource Metadata, IEEE Learning Object Metadata, AICC Computer Managed Instruction), обмін навчальними об'єктами, їх послідовностями та інформацією про студентів (SCORM, IMS Content Packaging, IMS Learning Design), визначення і подання основних компонентів та інтерфейсів (IMS Abstract Framework), загальної функціональності (E-Learning Framework) та рівнів сервісів (Open Knowledge Initiative). Загальноприйнятий підхід до побудови LMS-систем за названими стандартами передбачає сервісну архітектуру такої структури:

- додатки рівня LMS;
- низькорівневі сервіси (опитування, моделювання і т.ін), з якими користувач взаємодіє напряму;
- освітні сервіси, які стосуються адміністрування навчання, зокрема, управління курсами і складання розкладів;
- загальні сервіси, до яких користувач не має доступу, такі як автентифікація, обмін файлами, реєстрація, керування базами даних;
- основа сервісів (HTTP, SOAP, XML тощо).

На ринку представлено як комерційні LMS-системи, так і відкриті [1]. Зокрема, лідерами поширення у вищих навчальних закладах є системи Blackboard, Moodle, Desire2Learn. Більшість сучасних LMS-систем є web-орієнтованими, побудованими на основі новітніх платформ (Java/J2EE, Microsoft.NET, PHP), зберігають дані під керуванням промислових СКБД (MySQL, Microsoft SQL Server, Oracle). Як напрямок їх розвитку визначено використання технологій Semantic Web, адаптивних гіпермедіа та Web 2.0 для доповнення традиційної функціональності презентаціями, збиранням ресурсів, керуванням контекстом, федеративним обміном, моделюванням, вебінарами, іграми, wiki, блогами, підкастингом тощо.

Дослідження показало необхідність інтеграції

автоматизованих систем керування навчанням до загальної інформаційної системи навчального закладу. При цьому переведення всієї інфраструктури у максимально можливий «змішаний» режим надасть вигоди, аналогічні одержаним від комбінування очного і віддаленого навчання. Містком для подібної інтеграції повинна стати систем керування інформацією про студентів (Student Information Management System, SIMS). В літературі та на практиці також вживаються синонімічні, але не зовсім коректні назви «система керування університетом» (Campus Management System, CMS), «студентська інформаційна система» (Student Information System, SIS), «система керування студентами» (Student Management System, SMS). Функції систем керування навчанням, керування навчальними контентом і керування інформацією про студентів наведено у таблиці 1.

Ефект від впровадження змішаного навчання великою мірою залежить від особливостей конкретного проекту, способів його реалізації, тривалості, вартості та наслідків для всіх учасників. Тому як неодмінну умову його успішності встановлено неперервне відстеження результатів всіх робіт за показниками ефективності навчання, економічної ефективності, доступності, якості навчальних матеріалів, задоволення потреб всіх учасників на всіх рівнях (студент/викладач, курс, програма, факультет/відділ, навчальний заклад в цілому) з метою оперативного вирішення проблем і розробки коригувальних заходів.

Як показано в [4], змішане навчання викликає амбівалентне ставлення й у викладачів (реакція на відповідне робоче навантаження і зміни характеру робіт, бажання працювати у запропонованих режимах і т.ін.), і у студентів (ставлення до викладача на противагу оцінюванню курсу, бажання одержувати повні навчальні матеріали і побоювання великого обсягу інформації для опрацювання, співвідношення якості і вартості навчання тощо). Водночас саме функціонування віртуального навчального середовища

Функціональність систем керування навчанням і студентами

Функції		
систем керування навчанням	систем керування навчальними контентом	систем керування інформацією про студентів
Доставка навчальних матеріалів Реєстрація студентів та адміністрування Складання і відстеження розкладів Керування навчальними планами і ліцензіями Керування навичками і компетенціями Аналіз прогалин у навичках Керування індивідуальними планами розвитку Керування даними з занять Авторизація курсів	Підтримка сумісної шаблонної розробки навчальних матеріалів курсів Керування потоками робіт Керування контентом Публікація навчальних матеріалів Інтерфейс з системою керування навчанням	Оброблення звернень абітурієнтів Оброблення даних процесу приймання Реєстрація нових студентів і зберігання даних щодо їх зарахування Генерування розкладів занять і роботи викладачів Керування даними щодо академічної успішності Ведення записів щодо відвідування занять Ведення записів щодо дисципліни Статистична звітність Комунікації із студентами Комунікації з батьками студентів Керування заселенням у гуртожитки Керування медичними даними студентів Керування індивідуальними навчальними планами Керування трудовими ресурсами Керування закладами харчування Бухгалтерський облік і бюджетування Облік робочого часу і нарахування зарплати Нарахування та облік оплат за навчання Керування активами

зумовлює необхідність роботи з принципово новими типами даних – документами, текстами природною мовою, зображеннями, аудіо- (музичними та голосовими записами) та аудіовізуальними даними (відео), що містяться у LMS та SIMS системах, блогах, форумах, вікі та інших зовнішніх джерелах, нагромаджуються в результаті аналізу трафіку та поведінки користувачів, збираються за результатами інтерв'ю та онлайн-досліджень. Виходячи з цього, зроблено висновок про необхідність створення для аналізу здобутих даних аналітичної системи, призначеної для проведення статистичного аналізу, контент-аналізу, дейтамайнінгу, мультиваріантного аналізу, аналізу нечітких множин тощо.

Список використаної літератури

1. Готская И.Б. и др. Выбор системы дистанционного обучения. – <http://ra-kurs.spb.ru/2/0/2/1/?id=13>
2. Даггер Д. и др. Сервисные платформы электронного обучения: от монолитных систем к гибким сервисам. – Открытые системы. СУБД, №07, 2007.
3. Bersin J. and oth. Learning Management Systems 2009: Executive Summary. – <http://www.bersin.com/Practice/Detail.aspx?id=10339576>
4. Blended learning across disciplines: models for implementation / A. Kitchenham, ed. – Information Science Reference, 2011.
5. Bonk C. J. & Graham C. R. Handbook of blended learning: Global perspectives, local designs. – San Francisco, CA: Pfeiffer Publishing, 2006.
6. Mayes T., Freitas S. de. Review of E-Learning Theories, Frameworks, and Models. – Joint Information Systems Committee e-Learning Models Desk Study, 2004.
7. Thorne K. Blended learning: how to integrate online and traditional learning. – Kogan Page, 2003.
8. Watson J. Blended learning: The convergence of online and face-to-face education. – North American Council for Online Learning, 2008.

3.7. КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА РІВНЯ ФІНАНСОВОЇ БЕЗПЕКИ СТРАХОВОЇ КОМПАНІЇ

Анотація. У статті розроблено систему показників для аналізу діяльності страхової компанії в контексті забезпечення фінансової безпеки. Побудовано методичку комплексної оцінки поточного рівня фінансової безпеки страхової компанії, в якій реалізована процедура послідовної згортки та лінгвістичної інтерпретації за шкалою Харрінгтона кількісних значень узагальнених індикаторів фінансової безпеки та інтегрального показника фінансової безпеки страхової компанії.

В умовах нестабільної економічної ситуації в Україні все більше уваги науковців приділяється питанням ефективного використання підприємствами та установами різних галузей економіки фінансових ресурсів. Страхові компанії (СК) мають значну специфіку формування та використання фінансових ресурсів, які постійно знаходяться в русі та в часовому аспекті є фінансовими потоками. У зв'язку з цим для СК актуальною є проблема моніторингу поточного стану та забезпечення належного рівня фінансової безпеки як запоруки життєздатності СК.

Фінансова діяльність є основним видом діяльності СК, тому дотримання належного рівня фінансової безпеки дає змогу СК зберегти частку ринку та позитивно впливає на ринкову вартість СК. На нашу думку, найбільш повне визначення фінансової безпеки наводить І. Бланк [1]: фінансова безпека підприємства являє собою кількісно та якісно визначений рівень його фінансового стану, що забезпечує стабільну захищеність його пріоритетних збалансованих фінансових інтересів від ідентифікованих реальних і потенційних загроз зовнішнього та внутрішнього характеру, параметри якого визначаються на основі його фінансової філософії і створюють необхідні умови для фінансової підтримки його стійкого зростання в поточному і перспективному періодах. З кібернетичної точки зору під безпекою розуміють кількісну та якісну характеристику властивостей системи для забезпечення її здатності до

самовиживання та розвитку в умовах дестабілізуючого впливу внутрішніх і зовнішніх чинників [2]. На основі опрацювання чисельних літературних джерел, у роботі [3] зроблено висновок, що фінансова безпека підприємства є динамічною ознакою фінансового стану, яка відображає його стійкість до внутрішніх і зовнішніх загроз, здатність до сталого й збалансованого розвитку та захисту своїх фінансових інтересів.

Аналіз наукової літератури щодо методів оцінки рівня фінансово-економічної безпеки суб'єктів господарювання дозволив зробити висновок про широке використання вітчизняними та зарубіжними науковцями методів індикативного аналізу. На цій основі нами пропонується наступний методичний підхід до комплексної оцінки рівня фінансової безпеки СК:

1. Формування системи показників, що впливають на фінансову безпеку СК.

В науковій літературі формування системи показників рекомендується здійснювати з урахуванням принципів репрезентативності (включення тільки найсуттєвіших показників), достовірності (адекватного відображення стану окремих складових фінансової безпеки), інформаційної доступності (використання офіційних статистичних даних і публічних експертних оцінок), врахування впливу на фінансову безпеку як внутрішніх так і зовнішніх чинників. Наявність великої кількості вихідних показників ускладнює процедуру побудови інтегрального показника, робить його громіздким, знижує його інформативність та негативно впливає на значущість вагових коефіцієнтів [4]. Для вирішення даної проблеми нами використана процедура послідовної згортки, в якій вихідні показники спочатку групуються за певною складовою фінансової безпеки, а потім для кожної групи розраховується узагальнений індикатор.

На нашу думку показники, що характеризують внутрішнє середовище СК і мають вирішальний вплив на фінансову безпеку СК, доцільно згрупувати таким чином:

- показники ліквідності та платоспроможності;
- показники ділової активності та оборотності;
- показники фінансової стійкості;

- показники рентабельності;
- показники збитковості страхових операцій;
- показники якості інвестиційного портфеля;
- показники оцінки перестрахових операцій;
- показники оцінки рівня довіри клієнтів.

Склад кожної з цих груп показників наведений в табл. 1-8.

Таблиця 1 – Показники ліквідності та платоспроможності

1.	Показники ліквідності та платоспроможності	Нормативне значення, бажана тенденція зміни
1.1.	Коефіцієнт абсолютної ліквідності	0,2 – 0,35
1.2.	Коефіцієнт швидкої ліквідності	1 – 2
1.3.	Коефіцієнт поточної ліквідності	1,5 – 2,5
1.4.	Показник ліквідності страхових резервів	≤ 1
1.5.	Показник терміновості	$\geq 0,03$
1.6.	Показник платоспроможності	↑
1.7.	Зворотний показник платоспроможності	↓

Таблиця 2 – Показники ділової активності та оборотності

2.	Показники ділової активності	Нормативне значення, бажана тенденція зміни
2.1.	Коефіцієнт оборотності активів	↑
2.2.	Рентабельність обігових коштів	↑
2.3.	Коефіцієнт оборотності дебіторської заборгованості	↑
2.4.	Коефіцієнт оборотності кредиторської заборгованості	↑
2.5.	Фондовіддача необоротних активів	↑
2.6.	Фондовіддача основних засобів	↑
2.7.	Коефіцієнт оборотності власного капіталу	↑
2.8.	Продуктивність праці персоналу	↑
2.9.	Продуктивність праці персоналу front-office	↑
2.10.	Середня продуктивність філії	↑
2.11.	Оборотність фіксованих активів	↑

2.	Показники ділової активності	Нормативне значення, бажана тенденція зміни
2.12.	Показник дебіторської заборгованості	$\leq 0,5$
2.13.	Показник змін у капіталі	↑
2.14.	Показник змін у активах	↑
2.15.	Показник змін у обсягах збору страхових премій	↑
2.16.	Показник змін у страхових резервах	↑

Таблиця 3 – Показники фінансової стійкості

3.	Показники фінансової стійкості	Нормативне значення, бажана тенденція зміни
3.1.	Коефіцієнт маневреності власного капіталу	$\geq 0,3$
3.2.	Індекс постійного активу	↓
3.3.	Коефіцієнт мобільності	$\geq 0,5$
3.4.	Коефіцієнт довгострокового залучення позикових коштів	↓
3.5.	Коефіцієнт забезпечення оборотних активів власними коштами	$\geq 0,1$
3.6.	Коефіцієнт фін. незалежності	$\geq 0,5$
3.7.	Коефіцієнт фінансової стабільності	$\geq 0,8$
3.8.	Коефіцієнт фінансового ризику	$\leq 0,2$
3.9.	Коефіцієнт фінансової стійкості	0,75-0,9
3.10.	Коефіцієнт перестраховування	$\leq 0,5$
3.11.	Частка чистих страхових резервів у пасивах	↑
3.12.	Частка страхових зобов'язань, яка забезпечена власним капіталом	$\geq 0,3$
3.13.	Частка статутного капіталу у власному капіталі	↑
3.14.	Достатність фактичного розміру маржі платоспроможності	≥ 1
3.15.	Достатність величини страхових резервів	≥ 1

3.	Показники фінансової стійкості	Нормативне значення, бажана тенденція зміни
3.16.	Рівень покриття страхових резервів-нетто власним капіталом	↑
3.17.	Показник ризику страхування	↓

Таблиця 4 – Показники рентабельності

4.	Показники рентабельності	Нормативне значення, бажана тенденція зміни
4.1	Рентабельність активів за валовим прибутком	↑
4.2	Рентабельність активів за прибутком від операційної діяльності	↑
4.3	Рентабельність активів за прибутком від звичайної діяльності	↑
4.4	Рентабельність активів за чистим прибутком	↑
4.5	Рентабельність власного капіталу	↑
4.6	Рентабельність реалізованої послуги за прибутком від реалізації	↑
4.7	Рентабельність реалізованої послуги за прибутком від операційної діяльності	↑
4.8	Рентабельність реалізованої послуги за чистим прибутком	↑
4.9	Рентабельність оборотного капіталу за фінансовим результатом від операційної діяльності	↑
4.10	Рентабельність вкладеного капіталу	↑
4.11	Прибутковість страхових резервів	↑

Таблиця 5 – Показники збитковості страхових операцій

5.	Показники збитковості страхових операцій	Нормативне значення, бажана тенденція зміни
5.1.	Показник рівня виплат (Claims Ratio)	0,05 – 0,6

5.2.	Показник збитковості-нетто (Net Loss Ratio)	0,05 – 0,6
5.3.	Показник рівня витрат (Expenses Ratio)	↓
5.4.	Комбінований показник збитковості (Net Combined Ratio)	0,1 – 0,7

Таблиця 6 – Показники якості інвестиційного портфеля

6.	Показники якості інвестиційного портфеля	Нормативне значення, бажана тенденція зміни
6.1	Рівень покриття інвестиційними активами страхових резервів нетто	↑
6.2	Ліквідність активів, що покривають страхові резерви	↑
6.3	Ступінь диверсифікації інвестиційного портфеля	↑
6.4	Показник доходності інвестицій	↑

Таблиця 7 – Показники оцінки перестрахових операцій

7.	Показники оцінки перестрахових операцій	Нормативне значення, бажана тенденція зміни
7.1	Частка перестраховиків у страхових резервах	0,1 – 0,6
7.2	Показник незалежності від перестрашування	0,5 – 0,9

Таблиця 8 – Показники оцінки рівня довіри клієнтів [5]

8.	Показники оцінки рівня довіри клієнтів	Нормативне значення, бажана тенденція зміни
8.1	Індекс довіри клієнтів	↑
8.2	Індекс надійності клієнтської бази	↑
8.3	Індекс екстенсивного приросту клієнтської бази	↑
8.4	Індекс інтенсивного приросту клієнтської бази	↑
8.5	Темп зростання клієнтської бази	↑
8.6	Відношення кількості залучених клієнтів до втрачених	↑
8.7	Витрати на залучення нових клієнтів	↓

2. Нормування значень показників.

Для забезпечення інформаційної односпрямованості показників їх слід розділити на стимулятори, дестимулятори та номінатори. Для однозначного порівняння значень окремих показників між собою необхідно провести нормування показників, тобто уніфікацію шкал, за якими були виміряні окремі показники. Потрібно перетворити їх таким чином, щоб показники приймали значення в межах від 0 (неприпустиме) до 1 (найкраще). Це покращує змістовну інтерпретацію значень показників і дозволяє проводити їх порівняння.

Якщо показник є стимулятором, то нормування здійснюємо за правилом

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{x_{ij} - x_j^{\min}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}}, \quad i = \overline{1, m}, \quad j = \overline{1, n}, \quad (1)$$

де: $x_j^{\min} = \min_i x_{ij}$; $x_j^{\max} = \max_i x_{ij}$; m – кількість досліджуваних об'єктів; n – кількість показників; x_{ij} – значення j -го показника для i -го досліджуваного об'єкту (складової фінансової безпеки).

Якщо показник є дестимулятором, то нормування здійснюємо за правилом

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{x_j^{\max} - x_{ij}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}}, \quad i = \overline{1, m}, \quad j = \overline{1, n}. \quad (2)$$

Якщо показник є номінатором, то нормування здійснюємо за правилом:

–якщо між x_j^{\min} та x_j^{\max} існує номінаторна точка x_j^{nom} , де досягається найкраще значення показника x_{ij} , то:

$$\tilde{x}_{ij} = 1 - \frac{|x_{ij} - x_j^{nom}|}{\max\{(x_j^{\max} - x_j^{nom}), (x_j^{nom} - x_j^{\min})\}}, \quad i = \overline{1, m}, \quad j = \overline{1, n}, \quad (3)$$

–якщо між x_j^{\min} та x_j^{\max} існує певний інтервал $[x_j^{nom}; \overline{x_j^{nom}}]$,

де досягається найкраще значення показника x_{ij} , то:

$$\tilde{x}_{ij} = \begin{cases} \frac{x_{ij} - x_j^{\min}}{x_j^{\text{nom}} - x_j^{\min}}, & \text{якщо } x_j^{\min} \leq x_{ij} < x_j^{\text{nom}} \text{ або } x_{ij} = x_j^{\max}, \\ 1, & \text{якщо } x_j^{\text{nom}} \leq x_{ij} < \overline{x_j^{\text{nom}}}, \\ \frac{x_j^{\max} - x_{ij}}{x_j^{\max} - \overline{x_j^{\text{nom}}}}, & \text{якщо } \overline{x_j^{\text{nom}}} \leq x_{ij} < x_j^{\max}, \\ 0, & \text{якщо } x_{ij} = x_j^{\min}. \end{cases} \quad (4)$$

3. Визначення внутрішньої узгодженості окремих показників в рамках кожної групи.

Для визначення внутрішньої узгодженості окремих показників в рамках кожної групи необхідно провести аналіз кореляційних зв'язків між ними. З цією метою може бути використаний такий інструмент кореляційного аналізу, як коефіцієнт альфа Кронбаха, що відображає внутрішню узгодженість характеристик, які описують один об'єкт:

$$\alpha = \frac{N \cdot \bar{r}}{1 + (N - 1) \cdot \bar{r}}, \quad (5)$$

де: N – кількість досліджуваних показників; \bar{r} – середній коефіцієнт кореляції між досліджуваними показниками.

Коефіцієнт альфа Кронбаха приймає значення в діапазоні від 0 до 1. Високе значення α свідчить про те, що підібрані показники добре характеризують об'єкт. Прийнятною межею вважається $\alpha = 0,7$ (табл. 9).

Таблиця 9 – Шкала значень коефіцієнту альфа Кронбаха

Альфа Кронбаха	Рівень внутрішньої узгодженості
$\alpha \geq 0,9$	дуже добрий
$0,8 \leq \alpha < 0,9$	добрий
$0,7 \leq \alpha < 0,8$	прийнятний
$0,6 \leq \alpha < 0,7$	сумнівний
$0,5 \leq \alpha < 0,6$	поганий
$\alpha < 0,5$	неприйнятний

За результатами обчислення коефіцієнту альфа Кронбаха можливі зміни в наборі показників, на основі яких побудовані

групові узагальнені індикатори.

2. *Визначення групового узагальненого індикатора для кожної групи показників.*

Для побудови групових індикаторів нами була використана функція бажаності Харрінгтона, яка є кількісним, однозначним, єдиним і універсальним показником якості досліджуваного об'єкта [6]:

$$D_j = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n d_i}, \quad j = \overline{1, m}, \quad (6)$$

$$d_i = \exp(-\exp(-\tilde{x}_i)),$$

де: D_j – узагальнена бажаність за групою показників (груповий індикатор); m – кількість груп показників; d_i – часткова бажаність (точкова оцінка), що інтерпретується за шкалою Харрінгтона (табл. 10); n – кількість показників оцінювання стану об'єкту дослідження (складової фінансової безпеки); \tilde{x}_i – показник у нормованому вигляді.

Таблиця 10 – Шкала Харрінгтона

Лінгвістична оцінка	Інтервали значень функції бажаності
Дуже добре	1,00-0,80
Добре	0,80-0,63
Задовільно	0,63-0,37
Погано	0,37-0,20
Дуже погано	0,20-0,00

4. Інтегральний показник рівня фінансової безпеки СК.

Для інтегрального показника Q рівня фінансової безпеки СК було прийнято рішення використати мультиплікативну згортку групових індикаторів, значення якої інтерпретуються за шкалою бажаності Харрінгтона (табл. 10):

$$Q = \sum_{j=1}^m \omega_j \sqrt[m]{\prod_{j=1}^m D_j^{\omega_j}} = \prod_{j=1}^m D_j^{\omega_j}, \quad \sum_{j=1}^m \omega_j = 1, \quad (7)$$

де ω_j – коефіцієнт вагомості j -ого групового індикатора, що відповідає j -ій складовій фінансової безпеки.

Для визначення значень вагових коефіцієнтів ω_j в умовах обмеженості інформації можуть бути використані метод парних порівнянь Сааті, метод рандомізації або правило Фішберна

$$\omega_j = \frac{2 \cdot (m - j + 1)}{m \cdot (m + 1)}, \quad (8)$$

де: ω_j – значення розрахованого рангу групового індикатора; m – загальна кількість групових індикаторів, для яких розраховуються ранги; j – порядковий номер групового індикатора (в порядку зниження їх значимості).

В результаті проведеного дослідження розроблено систему показників для аналізу діяльності СК в контексті забезпечення фінансової безпеки. Побудовано методіку комплексної оцінки поточного рівня фінансової безпеки СК, в якій реалізована процедура послідовної згортки та лінгвістичної інтерпретації за шкалою Харрінгтона кількісних значень узагальнених групових індикаторів фінансової безпеки та інтегрального показника фінансової безпеки СК.

Список використаної літератури

1. Бланк И.А. Управление финансовой безопасностью предприятия [Текст] / И.А. Бланк. – К.: Эльга, Ника-Центр, 2004. – 784 с.
2. Лысенко Ю.Г. Механизмы управления экономической безопасностью [Текст]: монографія / Ю.Г. Лысенко, С.Г. Мищенко, Р.А. Руденський, А.А. Спиридонов. – Донецк: ДонНУ, 2002. – 178 с.
3. Васильців Т.Г. Фінансово-економічна безпека підприємств України: стратегія та механізми забезпечення [Текст]: монографія / Т.Г. Васильців, В.І. Волошин, О.Р. Бойкевич, В.В. Каркавчук. – Львів: Львівська комерційна академія, 2012. – 386 с.
4. Григоруک П.М. Методи побудови інтегрального показника [Текст] / П.М. Григорук, І.С. Ткаченко // Бізнес-Інформ. – 2012. – № 4. – С. 34-38.
5. Кендюхов О.В. Ефективність управління клієнтським капіталом [Текст] / О.В. Кендюхов // Економіка промисловості.

– 2008. – № 4. – С. 37-40.

6. Адлер Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных решений [Текст] / Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова. – М.: Наука, 1976. – 279 с.

3.8. ВИКОРИСТАННЯ ІГРОВОЇ МОДЕЛІ TAX EVASION: АНАЛІЗ ВЗАЄМОДІЇ КОНТРАГЕНТІВ Й ОПТИМІЗАЦІЯ ПОДАТКОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Пропоноване дослідження передбачає розробку та побудову теоретико-ігрової моделі взаємодії економічного агента та податкового контролера. В економічній теорії, одним із головних аспектів проблеми невиконання плану за доходами бюджету є проблема ухилення від сплати податків, відома у світовій науці під назвою «tax evasion problem». Для цілей даної роботи інтерес представляють наявні дослідження проблеми ухилення від сплати податків за допомоги теоретико-ігрового моделювання характерних для нього процесів.

Уперше постановку задачі tax evasion здійснили M. Aligham і A. Sandmo [1], які запропонували просту базову модель взаємодії платника податків і контролера. (2004 р. A. Sandmo [2] випустив огляд досліджень із цього напрямку, здійснених протягом 3 десятиріч. Також у цьому плані можна відзначити оглядову статтю J. Slemrod і S. Yitzhaki [3], що розглядає засадничі аспекти планування, ухилення і адміністрування податків.)

Додатково до цього розгляд як загальних, так і низки локальних питань, пов'язаних із tax evasion, можна знайти в [4-13].

Слід зауважити, що Aligham і Sandmo, ні їх прямі послідовники не використовували для своїх моделей теорію ігор в явному вигляді. Її застосування в задачах tax evasion можна знайти у працях [14-16].

Водночас, на підставі аналізу досліджень у галузі tax evasion можна зробити висновок, що однією з актуальних, наразі не вирішених проблем є проблема оптимізації податкового навантаження [17, 18], яка ґрунтується на аналізі залежності економічної поведінки агентів від зміни податкового тиску й обов'язково мусить враховувати можливість опортуністичних дій із їхнього боку, вирішення якої дозволить збільшити ефективність виконання дохідної частини бюджетів.

Отже, постає проблема вирахування зазначеної точки екстремуму та визначення оптимального сукупного податкового навантаження на суб'єкти економічної діяльності, тобто такого номінального навантаження, при збільшенні якого реальне навантаження (фактичні сплати податків і зборів) починає зменшуватися.

Аналіз засадничої моделі Alingham – Sandmo

Класична модель Alingham – Sandmo [1], насправді, дуже спрощено описує взаємовідносини платника податків із податківцем–контролером (1):

$$E(U) = (1 - p)U(R - \tau(X)) + pU(R - \tau(X) - \gamma(R - X)). \quad (1)$$

По-перше, розглядається лише функція корисності платника по датків, при тому що має місце *взаємодія* 2 сторін, внаслідок чого рішення однієї з них пов'язані з рішеннями іншої. У нашому ж випадку для податківця фіксується ймовірність знаходження ухилень від оподаткування, яка насправді складається із частоти перевірок (частки перевірених декларацій) і фаховості контролера – ймовірності виявлення порушення при перевірці декларації з порушенням. Тобто, ігрова задача перетворюється на одновимірну оптимізаційну із досить елементарною цільовою функцією.

По-друге, простоти вигляду базової моделі, а відтак – і цільової функції надає нехтування цілою низкою, на наш погляд, важливих чинників, які цілком реальні для фактичних взаємовідносин даного (і не лише) типу. Зокрема, такі.

Навіть перевіряючи завідомо неправдиву декларацію, контролер може не виявити порушення. Щоправда, для абстрактної моделі цей момент не є надто принциповим: імовірність виявлення порушення є функцією від щільності перевірок і їх якості – можна задати якість, тотожну одиниці, зменшивши щільність.

Водночас, контролер може «знайти» порушення там, де його насправді нема – під час перевірки цілком чесного і повного декларування доходів платником: або внаслідок власної помилки, або свідомого опортуністичного рішення, користуючись, наприклад, нечіткістю законодавства й інших регулюючих актів, нечіткістю оформлення декларації тощо.

Очевидно, що перевірка декларацій не є безкоштовною. До витрат входить і зарплата контролера, яка цілком може залежати від інтенсивності його роботи, тобто щільності перевірки декларацій, і вартість ресурсів, що ним використовуються для контролю, і вартість навчання – підвищення кваліфікації контролера, що потенційно дозволить йому збільшити ймовірність виявлення порушень. Позатим, неврахування чинника вартості перевірок природно ставить питання введення іншого чинника – ймовірності виявлення наявних порушень: якщо процес контролю є безкоштовним, то чому б не влаштувати тотального контролю з беззаперечним виявленням усіх порушень із безумовним покаранням за ухилення від сплати податків. У цьому випадку для платника зникає будь-який сенс ухилитися від сплати податків, і проблема *tax evasion* зникає як така. Проте, окреслена ситуація виглядає нереальною, бо у світі ще не досягнуто тотального контролю в жодній сфері людської діяльності, наявні порушення, ухилення та невиконання угод і зобов'язань. Тому логічно вважати, що параметр вартості контролю є принципово важливим для адекватного окреслення моделі взаємовідносин платника податківця та податків.

Але, міркуючи зворотним логічним ланцюжком і беручи до уваги, що в засадничій моделі *Aligham – Sandmo* фігурує ймовірність викриття ухилення від оподаткування, яка в загальному випадку менша за 1, можна припустити, що вартість перевірок не є нульовою і цей параметр присутній у моделі в неявному вигляді – саме через обмежену ймовірність виявлення ухилення від оподаткування. Оскільки такий підхід ускладнює можливість регулювання діяльністю контролера, більш доцільно вартість перевірок увести в модель у явному вигляді.

Водночас, вартість діяльності платника податків у моделі *Aligham – Sandmo* не присутня взагалі, тоді як логіка врахування цього параметру така сама, як і для вартості перевірок: відсутність вартості дизайну платника, принаймні, маскуванню ухилення, викривлює загальну картину: залучивши безкінечний за потужністю ресурс бухгалтерів, юристів тощо,

платник однозначно заплутає будь-якого податківця із кінцевим ресурсом перевірок.

Описані вище спрощення базової моделі: відсутність функції корисності контролера; гарантоване виявлення порушення при перевірці декларацій, у яких воно наявне; гарантоване невиявлення порушення при перевірці декларацій, у яких воно відсутнє; відсутність вартості проведення перевірок декларацій і дизайну платника: маскуванню ухилень від оподаткування або презентації чесної та повної сплати податків – природно призводять до досить простого аналітичного рішення, щодо якого постає питання адекватності його реаліям.

Запишемо засадничу модель більш строго – у вигляді гри 2 осіб: платника податків і податківця.

$$\Gamma = (SP, SA, (G, H)(SP \times SA));$$

$$(G, H) = \left(\begin{array}{cc} \left\{ \begin{array}{c} 0; \\ R \end{array} \right\} & \left\{ \begin{array}{c} \tau R; \\ (1 - \tau) R \end{array} \right\} \\ \left\{ \begin{array}{c} (1 + \gamma) \tau R; \\ (1 - (1 + \gamma) \tau) R \end{array} \right\} & \left\{ \begin{array}{c} \tau R; \\ (1 - \tau) R \end{array} \right\} \end{array} \right), (2)$$

де R – продуктивність платника;

τ – частка доходу, що за угодою відходить державі;

γ – штрафний коефіцієнт за ухилення платника від оподаткування.

Легко бачити, що гра (2) має єдину рівновагу в чистих стратегіях – $(g_{11}; h_{11})$, інакше кажучи: платник чесно і сумлінно сплачує всю потрібну суму податків, натомість, податківець тотально його контролює. Рішення виглядає тривіальним і, одночасно, неадекватним практиці: як уже було зазначено, тотальний контроль у більш-менш великій і складній системі неможливий, з іншого боку, якби всі платники завжди обирали стратегію «чесно сплачувати податки», не існувало би самої проблеми tax evasion. Невеличке ускладнення моделі, про яке так само вже згадувалося – неявне введення вартості перевірок шляхом фіксації ймовірності знаходження порушень $0 < p < 1$:

$$\Gamma = (SP, SA, (G, H)(SP \times SA));$$

$$(G, H) = \left(\begin{array}{cc} \left\{ \begin{array}{c} 0; \\ R \end{array} \right\} & \left\{ \begin{array}{c} \tau R; \\ (1-\tau)R \end{array} \right\} \\ \left\{ \begin{array}{c} p(1+\gamma)\tau R; \\ (1-p(1+\gamma)\tau)R \end{array} \right\} & \left\{ \begin{array}{c} \tau R; \\ (1-\tau)R \end{array} \right\} \end{array} \right), (3)$$

ненабагато зменшує тривіальність рішення. У платника, справді, з'являється альтернатива: заплатити, як і в попередньому випадку, весь необхідний податок за умови $(1-p(1+\gamma)\tau)R < (1-\tau)R \Leftrightarrow p > \frac{1}{1+\gamma} \{ \}$ або ухилитися від

сплати, якщо $p < \frac{1}{1+\gamma}$ (при $p = \frac{1}{1+\gamma}$ платнику байдуже в

якому обсязі платити податки: всі, частину чи взагалі не платити). Водночас оптимальною стратегією податківця й у цьому випадку є неможливий на практиці тотальний контроль платників.

Які проблеми привносить зазначена модель? З теоретичної точки зору – вихолощується проблема знаходження оптимального рішення – воно є очевидним. Само по собі це не є проблемою, але наявність такого розв'язання «натякає» на остаточну вирішеність проблеми tax evasion, що спростовує наявність подальших досліджень у цьому напрямку. З прикладного погляду вигляд цього рішення навіває певні сумніви щодо відповідності його реальній звичній ситуації.

Отже, засаднича модель (1) вимагала удосконалення. Основним напрямком тут було обрано ускладнення (іноді, штучне) початкової задачі, напр., введення в розгляд нелінійних функцій сподіваної корисності. Т. Srinivasan [19], Т. McCaleb [20], В. Singh [21], V. Christiansen [22], J. Baldry [23], R. Borck [24] досліджували питання оптимізації взаємозв'язку між імовірністю виявлення порушень і величиною штрафних санкцій, а також використання цих інструментів для боротьби з ухиленням від сплати податків. Вплив рівня податкових ставок на ухилення від податків за

ситуації, коли корисність платника залежить як від його власного споживання, так і від співвідношення його матеріального становища до середнього задекларованого доходу в економіці, проаналізовано в роботі J. Panadés i Martí [25]. Загалом подібного роду теоретичні дослідження спрямовано на встановлення можливості використання різних податкових інструментів (ставок податків і штрафів, імовірності податкової декларації тощо) з метою протидії ухиленню.

Також досить відомими є спроби опису економічної поведінки контрагентів (насамперед, платника податків) за допомоги альтернативних класичній теорії сподіваної корисності парадигм: теорії несподіваної корисності [26], теорії перспектив [27-29] тощо.

Проте, ці дослідження все одно не позбавляли модель взаємодії платника та контролера всіх її неприродностей.

Із логіки моделі впливав парадоксальний висновок щодо незалежності оптимальної поведінки платника податків від ставки оподаткування: скільки би держава не забирала би собі доходу (хоч увесь) – платник завжди поведився однаково (мрія будь-якої держави, яка виглядає досить сумнівно).

Крім того, очевидно, що як маскування ухилення, так і презентація дотримання вимагають витрат ресурсу, а їхня ефективність залежить від обсягів витрат, тобто маємо ситуацію, що цілком відповідає класичній моделі виробничого процесу: вкладається ресурс – отримується залежний від нього та від «майстерності» виробника (потужності виробництва, величини мультиплікатора) дохід. В останньому напрямку результати, практично, відсутні. Мають місце поодинокі дослідження, що вводять параметр ціни перевірок, а найчастіше – обмежують їхню кількість (що, однозначно, гірше, бо ймовірність викриття ухилень залежить не лише від частоти та щільності перевірок, а від їхньої собівартості. В окремому випадку можна вважати, що частота, щільність і ретельність перевірок прямо залежать від виділених на їх проведення коштів, але тут упускається параметр майстерності контролера: якісніший спеціаліст коштує дорожче.

На цій підставі пропонується вдосконалення засадничої моделі Алігама – Сандмо, що враховує зазначені нюанси.

Розглянемо угоду між принципалом і агентом, за якої агент зобов'язується виконати певну роботу, дохід від якої сторони поділять в узгодженій наперед пропорції: τ – частка принципала, $1-\tau$ – частка агента. Поза тим принципал має право контролювати діяльність агента, витрачаючи на це певний ресурс (π). Агент, у свою чергу, також може витратити ресурс або на презентацію своєї чесної діяльності (так званий дизайн, μ), або на маскуванню ухилення від дотримання угоди (опортунізм, ν).

Також зазначимо, що взаємодія принципала й агента передбачає неповноту інформації сторін, а отже – нечіткість вимірювання («непрозорість») оцінки діяльності агента, що спричиняє евентуальний опортунізм як агента, так і принципала. Природно вважається, що ступінь переконливості агента (як при опортунізмі, так і при сумлінній діяльності), а також рівень обізнаності принципала залежать від величини ресурсів, витрачених сторонами на вирішення даних питань.

За цих умов модель стосунків принципала й агента описується грою (4):

$$\Gamma = (SP, SA, (G, H)(SP \times SA));$$

$$(G, H) = \left(\begin{array}{cc} \left\{ \begin{array}{c} 0; \\ R - \nu \end{array} \right\} & \left\{ \begin{array}{c} \tau R; \\ (1 - \tau)R - \mu \end{array} \right\} \\ \left\{ \begin{array}{c} p(\nu, \pi)(1 + \gamma)\tau R - \pi; \\ (1 - p(\nu, \pi)(1 + \gamma)\tau)R - \nu \end{array} \right\} & \left\{ \begin{array}{c} (1 + q(\mu, \pi)(1 + \gamma))\tau R - \pi; \\ (1 - (1 + q(\mu, \pi)(1 + \gamma))\tau)R - \mu \end{array} \right\} \end{array} \right), \quad (4)$$

де p , q – частоти виявлення, відповідно, фактичного та фіктивного ухилення агента від дотримання угоди;

π , ν , μ – ресурси, відповідно, на контроль діяльності агента, на маскуванню агентом ухилень і на підтримання ним прозорості своєї діяльності.

Які відмінності пропонованої моделі від засадничої?

✓ у засадничій моделі відразу виписується рівновага у змішаних стратегіях, а тут взаємовідносини розписуються у повному вигляді;

✓ враховується евентуальний опортунізм принципала за сумлінної поведінки агента;

✓ враховуються вартості перевірок із боку принципала та дизайну агента (як презентації сумлінного виконання угоди, так і маскуванню ухилення від виконання);

Що дозволяє введення вартостей?

Припустимо, що v та μ тотожно дорівнюють 0 . Тоді умови настання нешевих рівноваг у чистих стратегіях є такими:

$$E_{00} : 0 < \tau R < \frac{\pi}{p(\pi)(1+\gamma)};$$

$$E_{01} : \tau R < \min\left(0; \frac{\pi}{q(\pi)(1+\gamma)}\right);$$

$$E_{10} : \tau R > \max\left(\frac{\pi}{p(\pi)(1+\gamma)}; 0\right);$$

$$E_{11} : \frac{\pi}{q(\pi)(1+\gamma)} < \tau R < \frac{0}{1-(p(\pi)-q(\pi))(1+\gamma)}$$

або

$$E_{00} : \tau R < \frac{\pi}{p(\pi)(1+\gamma)}; \tag{5}$$

$$E_{01} : \tau R < 0; \tag{6}$$

$$E_{10} : \frac{\pi}{p(\pi)(1+\gamma)} < \tau R; \tag{7}$$

$$E_{11} : \tau R > \frac{\pi}{q(\pi)(1+\gamma)}. \tag{8}$$

Позаяк $\tau > 0$ і $R > 0$, досягнення E_{01} і E_{11} неможливе у принципі. Тому можна записати:

$$E_{00} : \tau R < \frac{\pi}{p(\pi)(1+\gamma)}; \tag{9}$$

$$E_{10} : \tau R > \frac{\pi}{p(\pi)(1+\gamma)}. \tag{10}$$

Як легко бачити, нерівняння (9) і (10) цілком охоплюють можливу область значень добутку τR , тобто жодний інший

варіант трапитися не може. Це означає, що з усього теоретичного спектру рівноваг (4 чистих і змішана) можливими за умов $v=0$, $\mu=0$ є лише 2: E_{00} і E_{10} . Інакше кажучи, контролер прийматиме рішення, контролювати платника чи ні з урахуванням рівня продуктивності останнього та величини податкового навантаження: за інших рівних умов перевірятимуться більш продуктивні агенти. Водночас, незалежно від рівня додатного податкового тиску, платник завжди ухилятиметься від сплати податків. Така ситуація виглядає парадоксальною і мало відповідає результатам спостережень за реальною поведінкою економічних суб'єктів. Це призводить до висновку про принципову важливість урахування величини ресурсів, які платник витрачає, на дизайн своєї діяльності: чи то на презентацію сумлінного виконання угоди із принципалом (μ), чи на маскування ухилення від виконання цієї угоди (v) – залежно від його вибору, тобто всі параметри в моделі (4) є значущими.

Для окресленої таким чином моделі взаємовідносин ставиться задача проаналізувати ступінь ефективності нешевих рівноваг, до яких може призвести взаємодія контрагентів.

Чим складніша й ґрунтовніша модель досліджуваної ситуації, чим більшу кількість параметрів має функція плати, тим імовірнішою виглядає можливість існування рівноваги гри у чистих стратегіях. Чому наголошується саме на рівновазі у чистих стратегіях, адже завжди можна вибудувати рівноважну змішану обопільну стратегію? Видається, що політика використання змішаних стратегій для розв'язання задачі пошуку рівноважних станів не є доречною, позаяк знайдена «змішана» рівновага по-перше, не є *стійкою*, тобто найменше відхилення від власної оптимальної стратегії одного із гравців спонукає другого застосовувати певну *чисту* стратегію, а по-друге, практично недосяжною. Чому?

Нестійкість рівноваги у змішаних стратегіях

Стійкість взаємної стратегії 2 гравців будемо розуміти як достатньо мале відхилення оптимальної стратегії одного із гравців при достатньому малому відхиленні стратегії його опонента і навпаки.

Для гри 2×2 $\Gamma(\text{Pr}, \text{Ag}, G(\text{Pr}, \text{Ag}), H(\text{Pr}, \text{Ag}))$, $\text{Pr} = \begin{pmatrix} pr_0 \\ pr_1 \end{pmatrix}$,

$\text{Ag} = (ag_0; ag_1)$ із довільною платіжною матрицею $(G, H) = ((g_{ij}, h_{ij}))$ при використанні гравцями змішаної стратегії (x, y) ,

де x – імовірність застосування 1-м гравцем стратегії pr_1 (відповідно, стратегія pr_0 застосовується з імовірністю $1-x$);

y – імовірність застосування 2-м гравцем стратегії ag_1 (відповідно, стратегія ag_0 застосовується з імовірністю $1-y$);

виграши кожного із гравців складуть, відповідно:

$$g(x, y) = g_{00} - x(g_{00} - g_{10}) - y(g_{00} - g_{01}) + xy(g_{00} - g_{01} - g_{10} + g_{11});$$

$$h(x, y) = h_{00} - x(h_{00} - h_{10}) - y(h_{00} - h_{01}) + xy(h_{00} - h_{01} - h_{10} + h_{11}).$$

Рівновага за Нешем у даному випадку означає, що

$$\exists \bar{x}, \bar{y}: \forall y: y \in [0; 1]: h(\bar{x}, y) - \text{const}; \forall x: x \in [0; 1]: g(x, \bar{y}) - \text{const},$$

тобто

$$h'_y(\bar{x}, y) = -(h_{00} - h_{01}) + \bar{x}(h_{00} - h_{01} - h_{10} + h_{11}) = 0,$$

$$g'_x(x, \bar{y}) = -(g_{00} - g_{10}) + \bar{y}(g_{00} - g_{01} - g_{10} + g_{11}) = 0;$$

$$\bar{x} = \frac{h_{00} - h_{01}}{h_{00} - h_{01} - h_{10} + h_{11}};$$

$$\bar{y} = \frac{g_{00} - g_{10}}{g_{00} - g_{01} - g_{10} + g_{11}}.$$

Позаяк функції $g'_x(x, y)$ і $h'_y(x, y)$ є лінійними, вони досягають свого максимуму (крім прямих байдужості $x = \bar{x}$; $y = \bar{y}$) на границях області визначення x й y – у точках 0 чи 1 . Із цього випливає, що мінімальне відхилення 1-го гравця від рівноважної стратегії $x = \bar{x}$ або 2-го гравця від рівноважної стратегії $y = \bar{y}$ призводить до максимально можливого відхилення оптимальної стратегії його візаві: до «нульової» або «одиничної» чистої стратегії. Останнє, власне, і свідчить про нестійкість рівноваги у змішаних стратегіях.

Недосяжність рівноваги у змішаних стратегіях

Змішаній (себто – ймовірностній, частотній) стратегії дотримуватись не те що важко – неможливо, адже якщо вагові коефіцієнти при чистих стратегіях є навіть раціональними (твердження щодо практичної неможливості реалізації змішаної стратегії з ірраціональними коефіцієнтами ваги чистих стратегій є очевидним), оптимальне значення може бути досягнуто лише через кількість кроків, що дорівнює найменшому цілочисельному спільному кратному коефіцієнтів; наступного разу – ще через таку саму кількість кроків і т. д. на всіх інших кроках поведінка гравця буде неоптимальною навіть у середньому. Якщо ж розглядати кожну локальну гру окремо, гравець при всьому бажанні ніколи не зможе застосувати оптимальну стратегію.

Зважаючи, що рівновага у змішаних стратегіях E :

$$\bar{x} = \frac{1}{(p(v, \pi) - q(\mu, \pi))(1 + \gamma)} \left(1 - \frac{v - \mu}{\tau R} \right);$$

$$\bar{y} = \frac{1}{(p(v, \pi) - q(\mu, \pi))(1 + \gamma)}$$

у грі є нестійкою та практично недосяжною, еволюція взаємин контрагентів, залежно від конкретних значень параметрів моделі, прагнучим до однієї з чотирьох можливих нешевих рівноваг у чистих стратегіях, а саме:

- ✓ $E_{00} = \{\text{не контролювати; ухилятися}\}$,
- ✓ $E_{01} = \{\text{не контролювати; не ухилятися}\}$,
- ✓ $E_{10} = \{\text{контролювати; ухилятися}\}$,
- ✓ $E_{11} = \{\text{контролювати; не ухилятися}\}$.

Умови досягнення кожної із цих рівноваг (узагальнення (5)-(8)) є такими:

$$E_{00} : v - \mu < \tau R < \frac{\pi}{p(v, \pi)(1 + \gamma)}; \quad (11)$$

$$E_{01} : \tau R < \min \left(v - \mu; \frac{\pi}{q(\mu, \pi)(1 + \gamma)} \right); \quad (12)$$

$$E_{10} : \tau R > \max \left(\frac{\pi}{p(v, \pi)(1 + \gamma)}; \frac{v - \mu}{1 - (p(v, \pi) - q(\mu, \pi))(1 + \gamma)} \right); \quad (13)$$

$$E_{11} : \frac{\pi}{q(\mu, \pi)(1 + \gamma)} < \tau R < \frac{v - \mu}{1 - (p(v, \pi) - q(\mu, \pi))(1 + \gamma)}. \quad (14)$$

Величина τR характеризує як потужність податкового тиску принципала, так і продуктивність агента.

Оптимальна ставка оподаткування

Модель (4) може допомогти в дослідженні проблеми оптимізації реального податкового навантаження, початок якого відраховується від висунення Артуром Лафером (Arthur Betz Laffer) своєї знаменитої гіпотези про те, що функція фактичного податкового навантаження від декларованого має такі властивості:

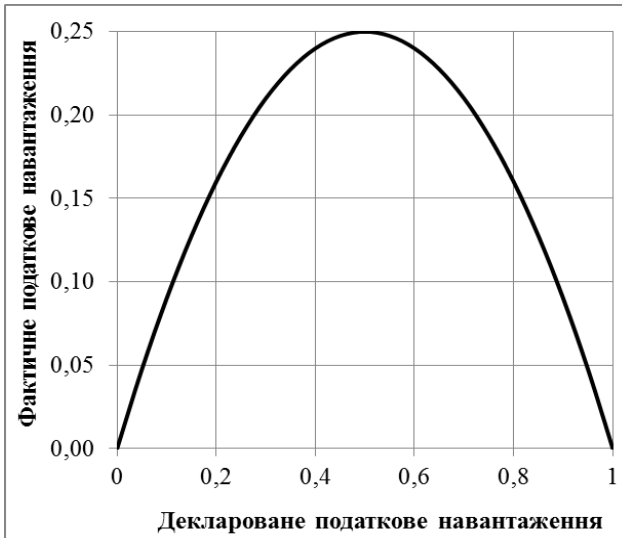
- ✓ функція є випуклою;
- ✓ значення функції на всьому відтинку $[0; 1]$ є меншими за її аргумент;

- ✓ в точках 0 і 1 її значення дорівнюють 0;

- ✓ максимум функції знаходиться між точками 0 і 1.

Міркування Лафера, що призвели до такого висновку, були досить простими і полягали в такому. Сплачувати податки, тобто віддавати власноруч зароблений дохід не хоче ніхто. При цьому, чим більше податок, тим менше бажаючих його платити. Нарешті, за стовідсоткового податку (коли передбачається відбирати все зароблене) цілком резонно не знаходиться жодного бажаючого його сплачувати. Відомо, що Лафер не будував кількісних залежностей, обмежившись якісним окресленням закономірності. Тому для ілюстрації можна взяти будь-яку найпростішу функцію, що відповідає лаферовій логіці. Наприклад, залежність бажаючих платити податки можна вважати зворотно пропорційною величині податкового навантаження: $n = 1 - \tau$. Тоді реальне податкове навантаження буде описуватися функцією: $\theta = \tau n = \tau(1 - \tau) = \tau - \tau^2$. $\theta' = 1 - 2\tau$; $\theta' = 0 \Leftrightarrow \tau = 0,5$; $\theta'' = -2 < 0$. Тобто, в точці $\tau = 0,5$ ми отримуємо максимум θ , який дорівнюватиме $\theta(0,5) = 0,25$ (мал. 1).

Зрозуміло, що функція n може мати і більш складний вигляд.

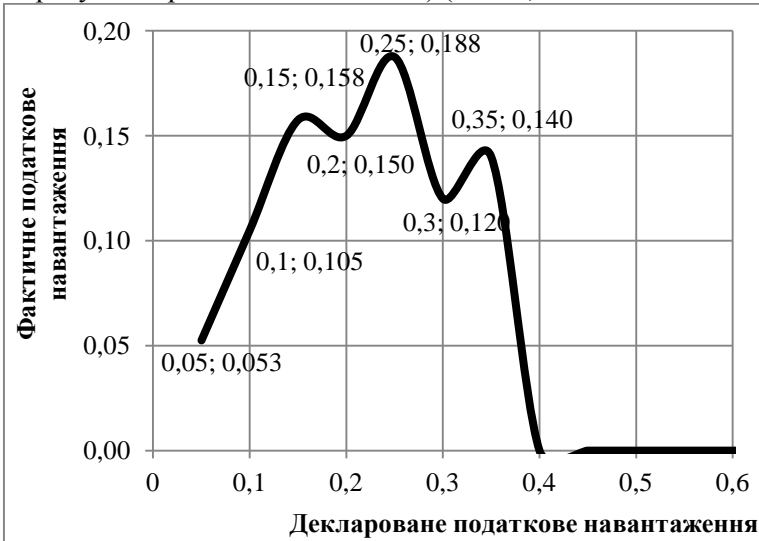


Мал. 1. Залежність фактичного податкового навантаження від декларованого, заснована на простій функції Лафера

У чому, на наш погляд, Артур Лафер і його послідовники спрощували ситуацію? В його моделі поведінки платників вони або погоджуються сплачувати податок і платять його, або відмовляються і не платять. При цьому не розглядаються причини, що спонукають платників до виконання своїх обов'язків, можливо, проти їхнього бажання, а також не враховується можливість покарання тих, хто ухилився від сплати з доплатою коштів у казну.

Окреслена вище ігрова модель (3), що описує взаємовідносини платників і податківців, дозволяє врахувати зазначені чинники. Поза тим, із її аналізу видно, що поведінка платників залежить не лише від податкового тиску, як в однофакторній моделі Лафера, а і від продуктивності самого платника, а також – від низки параметрів середовища взаємовідносин. Таке уточнення та поглиблення моделі дозволяє стверджувати, що функція фактичного податкового

навантаження від декларованого потенційно має не один, а три локальні максимуми (і, відповідно, 2 локальні мінімуми, якщо не рахувати граничних точок 0 і 1) (мал. 2).



Мал. 2. Залежність фактичного податкового навантаження від декларованого, розрахована на підставі ігрової моделі

Висновки

1. Класична модель Alingham – Sandmo дуже новаторська для свого часу має низку недоліків у плані, насамперед, неврахування кількох важливих детермінантів поведінки економічних агентів: платника податків і контролера, а саме: поведінку контролера модель фіксує в принципі, задаючи лише єдиний параметр – імовірність перевірки декларації; не береться до уваги наявність певної «непрозорості» взаємовідносин, що проявляється через імовірності незнаходження контролером наявних порушень, а також «знаходження» фіктивних порушень; не враховується факт, що проведення перевірок контролером, а також маскування ухилення від оподаткування та навіть презентація чесної поведінки платником не є безкоштовними (потребують витрати ресурсів).

2. Такі обмеження моделі призводять до викривлення економічно поведінки контрагентів: нешевих рівноваг, які передбачають

тотальний контроль із боку держави, водночас, – тотальну чесність або навпаки, тотальні ухилення з боку платників; незалежності оптимальної поведінки агента від ставки оподаткування.

3. Модель взаємодії платника та контролера, що враховує вище перелічені чинники, позбавляє поведінку контрагентів зазначених недоліків. Окрім прямої користі отримання інформації щодо поведінкових імперативів платника та контролера, останній факт свідчить, що поширені способи ускладнення моделі: обмеження на кількість перевірок; введення неелементарних функцій сподіваної корисності; застосування немейнстрімівських поведінкових теорій (не-сподівана корисність, теорія перспектив, рефлексивне управління тощо) не є принциповим рішенням, яким цілком можна знехтувати.

4. Запропонована модель дозволяє також здійснити новий погляд на проблему оптимізації податкового навантаження, яку пов'язують із прізвиськом Артура Лафера. Підбір параметрів при імітаційному моделюванні взаємовідносин контролера та платника податків дозволив отримати так звану криву Лафера із 3 локальним максимумами.

Список використаної літератури

5. Allingham M. G. *Income Tax Evasion: a Theoretical Analysis* / M. G. Allingham, A. Sandmo // *J. Public Econ.* 1972. – V. 1. – № 3/4, p. 323-338.

6. Sandmo A. *The theory of tax evasion: A retrospective view* / A. Sandmo // *Norwegian School of Economics and Business Administration.* – 2004. – № 31/04. – 31 p.

7. Slemrod J. *Tax Avoidance, Evasion and Administration* / J. Slemrod, S. Yitzhaki // *NBER.* – WP № 7473. – 2000. – 79 p.

8. Levaggi R. *Tax audits, fines and optimal tax evasion in a dynamic context* / R. Levaggi, F. Menoncin // *Economics Letters.* – 2012. – Vol. 117, Issue 1. – P. 318-321.

9. Yaniv G. *Withholding and non-withheld tax evasion* / G. Yaniv // *Journal of Public Economics.* – 1988. – Vol. 35, Issue 2. – P. 183-204.

10. Koskela E. *A note on progression, penalty schemes and tax evasion* / E. Koskela // *Journal of Public Economics.* – 1983. – Vol. 22, Issue 1. – P. 127-133.

11. Yitzhaki S. Income tax evasion: A theoretical analysis / S. Yitzhaki // *Journal of Public Economics*. – 1974. – Vol. 3, Issue 2. – P. 201-202.
12. Davidson C. Tax evasion as an optimal tax device / C. Davidson, L. W. Martin, J. D. Wilson // *Economics Letters*. – 2005. – Vol. 86, Issue 2. – P. 285-289.
13. Bordignon M. A fairness approach to income tax evasion / M. Bordignon // *Journal of Public Economics*. – 1993. – Vol. 52, Issue 3. – P. 345-362.
14. Elffers H. On measuring tax evasion / H. Elffers H. S. J. Robben, D. J. Hessing // *Journal of Economic Psychology*. – 1992. – Vol. 13, Issue 4. – P. 545-567.
15. Weigel R. H. Tax evasion research: A critical appraisal and theoretical model / R. H. Weigel, D. J. Hessing, H. Elffers // *Journal of Economic Psychology*. – 1987. – Vol. 8, Issue 2. – P. 215-235.
16. Wallschutzky I. G. Possible causes of tax evasion / I. G. Wallschutzky // *Journal of Economic Psychology*. – 1984. – Vol. 5, Issue 4. – P. 371-384.
17. Landskroner Y. Tax evasion and financial equilibrium / Y. Landskroner, E. Muller, I. Swary // *Journal of Economics and Business*. – 1991. – Vol. 43, Issue 1. – P. 25-35.
18. Gottlieb D. Tax evasion and the prisoner's dilemma / D. Gottlieb // *Mathematical Social Sciences*. – 1985. – Vol. 10, Issue 1. – P. 81-89.
19. Elffers H. The consequences of different strategies for measuring tax evasion behavior / H. Elffers, R. H. Weigel, D. J. Hessing // *Journal of Economic Psychology*. – 1987. – Vol. 8, Issue 3. – P. 311-337.
20. Bayer R.-C. A contest with the taxman – the impact of tax rates on tax evasion and wastefully invested resources / R.-C. Bayer // *European Economic Review*. – 2006. – Vol. 50, Issue 5. – P. 1071-1104.
21. Bayer R.-C. A contest with the taxman – the impact of tax rates on tax evasion and wastefully invested resources / R.-C. Bayer // *European Economic Review*. – 2006. – Vol. 50, Issue 5. – P. 1071-1104.
22. Cremer H. Tax evasion and optimal commodity taxation / H. Cremer, F. Gahvari // *Journal of Public Economics*. – 1993. – Vol. 50, Issue 2. – P. 261-275.
23. Srinivasan T. N. Tax Evasion: a Model / T. N. Srinivasan // *J. Public Economic*. – 1973. – V. 2. – P. 4. – P. 339-346.

24. McCaleb T. S. Tax Evasion and the Differential Taxation of Labor and Capital Income / T. S. McCaleb // *Public Finance*. – 1976. – V. XXXI, № 2. – P. 287-294.
25. Singh B. Making Honesty as the Best Policy / B. Singh // *J. Public Economic*. – 1973. – V. 2, № 3. – P. 257-263.
26. Christiansen V. Two Comments on Tax Evasion / V. Christiansen // *J. Public Economic*. – 1980. – V. 13, № 3. – P. 389-393.
27. Baldry J. C. The Enforcement in Income Tax Laws: Efficiency Implications / J. C. Baldry // *Economic Rec.* – 1984. – Juno. – P. 156-159.
28. Borck R. Stricter enforcement may increase tax evasion / R. Borck // *European Journal of Political Economy*. – 2004. – Vol. 20, Issue 3. – P. 725-737.
29. Panadési M. J. Tax evasion and relative contribution / M. J. Panadési // *Universitat Autònoma de Barcelona*. – № 18/02. – 2002. – 28 p.
30. Konrad K. Self-insurance and self-protection: a nonexpected utility analysis / K. Konrad, S. Skaperdas // *Geneva Papers on Risk and Insurance Theory*. – 1993. – Vol. 18. – P. 131-146.
31. Elffers H. Influencing the prospects of tax evasion / H. Elffers, D. J. Hessing // *Journal of Economic Psychology*. – 1997. – Vol. 18, Issues 2-3. – P. 289-304.
32. Dhami S. Why do people pay taxes? Prospect theory versus expected utility theory / S. Dhami, A. al-Nowaihi // *Journal of Economic Behavior & Organization*. – 2007. – Vol. 64, Issue 1. – P. 171-192.
33. Dhami S. Optimal taxation in the presence of tax evasion: Expected utility versus prospect theory / S. Dhami, A. al-Nowaihi // *Journal of Economic Behavior & Organization*. – 2010. – Vol. 75, Issue 2. – P. 313-337.

3.9. ОТБОР ПАРТНЕРА ПО ЛИЦЕНЗИОННОМУ СОГЛАШЕНИЮ

В современной практике торговли интеллектуальной собственностью широкое распространение получила ситуация, при которой лицензиар предоставляет лицензиату право производить и продавать продукт по технологии и под товарным знаком лицензиара. Эта модель часто используется для выведения продукта лицензиара на иностранный рынок. Лицензиар благодаря ей может организовать выпуск и продажу своего продукта на новом рынке без открытия собственного сбытового и производственного подразделения, и при этом пользоваться преимуществами локального производства (минимизация транспортных расходов и т. д.). Лицензиат, в свою очередь, получает возможность расширить портфель брендов за счет включения в него бренда лицензиара.

Очевидно, что в данном случае речь идет не просто о продаже лицензии, а о долгосрочном партнерстве лицензиата и лицензиара, в рамках которого лицензиат принимает на себя обязательство обеспечивать производство и продажу продукта по технологии и под товарным знаком лицензиара и в его интересах (и в строгом соответствии с его маркетинговой политикой). Лицензиат и лицензиар выступают не только и не столько в качестве продавца и покупателя лицензии, сколько в роли партнеров по гибриднему предприятию [Ménard 2004]. По этой причине как лицензиару, так и лицензиату важно обладать методикой отбора оптимального партнера.

Под оптимальным партнером мы предлагаем понимать такого партнера, который способен обеспечить максимальный экономический эффект. Однако, в отличие от традиционного подхода, в рамках которого речь идет об отборе того партнера, который генерирует максимальный экономический эффект для фирмы, производящей отбор (т. е., например, лицензиат будет отбираться исходя из возможности получения лицензиаром максимального дохода от сотрудничества с ним), мы считаем более адекватным отбирать партнера по критерию его способности максимизировать собственный экономический эффект от сделки (разумеется, речь идет о максимизации этого

эффекта добросовестными методами). Иными словами, отбор лицензиата будет осуществляться на основе его способности извлечь для себя максимальную выгоду из предоставленной ему интеллектуальной собственности лицензиара. При этом под выгодой мы понимаем прибыль от продажи лицензионного продукта. Стратегические преимущества, такие, как получение доступа к производственным технологиям лицензиара, мы не рассматриваем, поскольку они, с одной стороны, носят долгосрочный характер, а с другой – не всегда соответствуют интересам той фирмы, которая производит отбор. Например, освоение лицензиатом доступа к технологиям лицензиара противоречат заинтересованности лицензиара в скорейшем выпуске продукта под своим товарным знаком на новом рынке (так как освоение этих технологий потребует значительного времени) и в сохранении своего контроля над этими технологиями.

Логика такого подхода проста:

- Имея возможность получить наибольший экономический эффект, фирма-лицензиат будет максимально заинтересована в долгосрочном партнерстве, и, тем самым, в обеспечении стратегических целей контрагента по лицензионному соглашению, проводящего отбор партнеров. Таким образом, достигается минимизация риска недобросовестного поведения лицензиата и обеспечивается его максимальная мотивация к полному соблюдению всех предписаний лицензиара. Аналогично, лицензиар имеет высокую мотивацию к сохранению и продлению лицензионного договора с лицензиатом, обеспечивающим ему максимальный доход;

- Способность извлечь максимальный экономический эффект служит показателем способности максимально эффективно реализовать потенциал сотрудничества к обоюдной выгоде обоих участников лицензионного альянса (в частности – максимально быстро и с минимальными затратами приступить к производству и сбыту продукта под товарным знаком лицензиара), а именно в этом и заинтересована фирма, производящая отбор.

Экономический эффект от сделки по продаже лицензии определяется ценами и издержками производства

лицензионного продукта и продукта-аналога, выпускаемого лицензиатом самостоятельно [Инновационный менеджмент... 2007].

Пусть L – конечная цена продукта, выпускаемого по лицензии, P – цена продукта-аналога. Пусть $L > P$. В качестве показателя экономического эффекта от предоставления лицензии выступает чистая прибыль, получаемая лицензиаром и лицензиатом от производства и продажи лицензиатом единицы продукта под товарным знаком лицензиара. Разумеется, в в реальности в качестве показателя экономического эффекта выступает чистая прибыль от продаж всего выпущенного объема лицензионного продукта. Однако мы примем два упрощающих предположения:

- Пусть все потенциальные лицензиаты, возможность сотрудничества с которыми рассматривает лицензиар, способны выпустить одно и то же количество лицензионного продукта;

- Независимо от того, с каким именно лицензиаром будет заключен лицензионный договор, объем выпуска лицензионного продукта в натуральном выражении для данного лицензиата будет постоянным.

В рамках этих допущений вполне корректно использовать для оценки экономического эффекта чистую прибыль от продажи единицы лицензионного продукта. Сформулируем оптимизационную задачу: при каком соотношении значений L и P экономический эффект для лицензиата и лицензиара максимален.

Все сказанное выше позволяет указать на два элемента методологической новизны в нашем исследовании:

- Отбор оптимального партнера происходит не на основе максимизации выгоды отбирающей стороны, а путем максимизации выгоды партнера, т. е. оптимальным будет тот партнер, у которого стимулы к сотрудничеству максимальны;

- Цены лицензионного продукта и собственного продукта используются не для простого расчета экономического эффекта от продажи лицензии, а для отбора оптимального партнера по лицензионному соглашению. Анализ методик определения стоимости лицензии [Инновационный

менеджмент 2007], [Конов, Гончаренко 2010] позволяет утверждать, что ранее факторы P и L для отбора лицензиата не применялись.

Отметим, что, несмотря на очевидную важность решения задачи о выборе оптимального партнера по лицензионному соглашению, специалисты уделяли ей крайне мало внимания. Исследователи-экономисты, работающие в сфере изучения механизмов взаимодействия фирм, связанных с передачей интеллектуальной собственности, сосредотачивались в основном на проблемах выбора оптимальной модели взимания платы за использование этой собственности [Wang 2002], [Sen 2005], [Chang, Hu, Tzeng 2009], [Postmus, Wijngaard, Wortmann 2009], [Meniere, Parlane 2010], [Неволин 2012], [Kwon, Kim 2012], [Niu 2013], на уточнении факторов, влияющих на размер и структуру платы [Meniere, Parlane 2010] и на выявлении экономической природы этой оплаты [Windsperger 2001], [Vázquez 2004]. Задача отбора оптимального партнера ими практически не изучалась. В качестве условного исключения можно назвать исследование проблемы того, какие факторы влияют на вероятность заключения лицензионного соглашения между компаниями [Kim, Vonortas 2006].

В соответствии с традиционной моделью чистая дополнительная прибыль лицензиара π_L и лицензиата π_I от продажи единицы лицензионного продукта рассчитываются по формулам [Инновационный менеджмент 2007]

$$\begin{aligned}\pi_L &= k\pi = k[(L - C_L) - (P - C_P)] = \\ &= k[(L - P) - (C_L - C_P)] \quad , (1) \\ \pi_I &= (1 - k)\pi = (1 - k)[(L - C_L) - (P - C_P)] = \\ &= (1 - k)[(L - P) - (C_L - C_P)] \quad ,\end{aligned}$$

где

π - дополнительная прибыль, получаемая лицензиатом от продажи лицензионного продукта;

k - доля лицензиара в дополнительной прибыли лицензиата;

C_L – себестоимость производства единицы лицензионного продукта;

C_P – себестоимость производства единицы продукта-аналога, выпускаемого лицензиатом самостоятельно.

Поскольку значения C_L и C_P не всегда известны и не всегда их можно установить заранее, то на практике нередко считается, что $C_L = C_P$, и тогда приведенные выше формулы приобретают вид

$$\pi_L = k(L - P), \pi_I = (1 - k)(L - P). (2)$$

Из формул (2) следует, что наиболее рациональным поведением лицензиата и лицензиара при постоянном значении k будет максимизация разницы между значениями L и P . Следовательно, при выборе лицензиата, способного извлечь максимальный эффект из использования предоставленной ему интеллектуальной собственности (в соответствии со сформулированным нами подходом), лицензиару нужно отдавать предпочтение лицензиату с наиболее низкой ценой на собственный продукт-аналог. Легко убедиться, что в этом случае величины π_L и π_I будут максимальными. Однако такой подход представляется излишне прямолинейным как минимум по следующим причинам:

- В формулах (2) не учитываются издержки производства лицензионной продукции C_L , при этом априори можно предположить, что они будут тем выше, чем больше разница между значениями L и P . Это связано с тем, что для продуктов-аналогов рост разницы цен сопровождается нарастанием отличий в технологии и организации производства, продвижения и сбыта и увеличением разрыва в технических и маркетинговых характеристиках. Ликвидация этого разрыва является обязательной (поскольку лицензионный продукт должен производиться и продвигаться в соответствии с технологическими и маркетинговыми предписаниями лицензиара) и может потребовать значительных затрат со стороны лицензиата – как финансовых (инвестиции в производство), так и временных (длительный период освоения новых технологий). Это приведет к падению дополнительной

прибыли π и к уменьшению чистой прибыли лицензиата и лицензиара, а также к затягиванию сроков выведения лицензионного продукта на рынок, что для лицензиара крайне нежелательно;

- Прибыль от сделки по продаже лицензии имеет в случае лицензиара и лицензиата разную структуру. Если для лицензиара эта прибыль равна π_L , то для лицензиата чистая совокупная прибыль π_T равна

$$\pi_T = \pi_P + \pi_I, \quad (3)$$

где π_P - прибыль лицензиата от продажи продукта-аналога. Таким образом, если лицензиару необходимо максимизировать чистую дополнительную прибыль π_L , то лицензиату – чистую совокупную прибыль π_T ;

- Поскольку лицензиат в этой модели отвечает за производство и сбыт продукта под товарным знаком лицензиара, то лицензиар заинтересован не просто в максимизации дохода от продажи лицензии, а в минимизации риска провала проекта выведения своего продукта на новый рынок при помощи лицензиата. Чем больше разница значений L и P , тем существеннее, как уже было сказано выше, отличия в технических и маркетинговых характеристиках лицензионного и нелицензионного продукта, и тем выше риск того, что лицензиат не сможет производить и продавать продукт по технологии и под товарным знаком лицензиара.

Следовательно, необходимо выявить те значения L и P , при которых значения π_L и π_I будут максимальными с учетом необходимости инвестиций в технологическое перевооружение лицензиата.

Для решения этой задачи необходимо представить π (и, следовательно, C_L и C_P , точнее, $C_L - C_P$) в виде функций от P и L .

Можно предположить, что прирост издержек производства при переходе от нелицензионного к лицензионному продукту

будет пропорционален разнице в цене между лицензионным и нелицензионным продуктом:

$$C_L - C_P = \beta(L - P).$$

Поскольку чем меньше разница в цене между лицензионным и нелицензионным продуктом, тем меньше отличия их технологических и маркетинговых характеристик, и тем проще лицензиату обеспечить соответствие своей технологии производства, продвижения и сбыта требованиям. Иными словами, тем на меньшую долю от разницы цен между лицензионным и нелицензионным продуктом будут возрастать издержки лицензиата, т. е. с уменьшением разницы цен уменьшается значение коэффициента β , что позволяет использовать для его расчета следующее выражение:

$$\beta = \frac{L - P}{L}.$$

Это означает, что

$$C_L - C_P = \frac{L - P}{L}(L - P). \quad (4)$$

Далее, пусть α - доля прибыли лицензиата от продажи продукта-аналога в цене этого продукта P . Тогда $\pi_P = \alpha P$. Пусть на соответствующем рынке $\alpha = \text{const}$, т. е. наценка постоянная.

Наконец, долю k лицензиара в дополнительной прибыли лицензиата можно задать как $k = \text{const}$, иными словами, в соответствующей отрасли сложилась единое общепринятое значение для величины доли лицензиара в дополнительной прибыли лицензиата;

Решим сформулированную выше оптимизационную задачу на основе высказанных предположений.

Начнем с ее решения применительно к лицензиату, точнее – к ситуации отбора лицензиата лицензиаром. В соответствии с предложенным нами подходом лицензиар должен отдать предпочтение тому потенциальному лицензиату, для которого

$\pi_T = \max$. Поскольку $L = const$, то речь идет о нахождении максимума функции $\pi_T(P)$.

При $k = const$ и с учетом формул (1), (3) и (4)

$$\pi_T(P) = (1 - k) \left(L - P - \frac{L - P}{L} (L - P) \right) + \alpha P .$$

Поскольку

$$\frac{\partial \pi_T}{\partial P} = 1 - k + \alpha - 2(1 - k) \frac{P}{L} ,$$

то $\pi_T = \max$ при

$$P^* = L \frac{1 - k + \alpha}{2(1 - k)} . \quad (6)$$

Поскольку

$$\frac{\partial P^*}{\partial k} = L \frac{\alpha}{2(1 - k)^2} > 0 ,$$

$$\frac{\partial P^*}{\partial \alpha} = \frac{L}{2(1 - k)} > 0 ,$$

то чем выше принятое в данной отрасли (или данным лицензиаром) значение k , и чем выше типичное для данного рынка значение α , тем выше должна быть цена P на продукт-аналог для того, чтобы лицензиат мог получить максимально возможный экономический эффект, т. е. тем выше должна быть цена на продукт-аналог у оптимального лицензиата.

Таким образом, в рамках принятых допущений о закономерностях роста издержек производства при переходе к выпуску лицензионного продукта и о виде функции $\pi_T(P)$ максимизация разницы цен между ценой продукта-аналога и лицензионного продукта сверх определенного предела не ведет к максимизации чистой совокупной прибыли лицензиата. Соответственно, при отборе оптимального лицензиата лицензиару следует отдавать предпочтение той фирме, цена на

собственный продукт которой меньше всего отклоняется от оптимальной цены P^* .

Применительно к лицензиару $P = \text{const}$, и необходимо максимизировать функцию

$$\pi_L(L) = k \left(L - P - \frac{L - P}{L} (L - P) \right).$$

При $k = \text{const}$

$$\frac{\partial \pi_L}{\partial L} = k \left(1 + \frac{P^2}{L^2} \right) > 0,$$

т. е. лицензиату предпочтительно отбирать для сотрудничества того лицензиара, для которого разница цен на лицензионный продукт и продукт-аналог максимальна, что противоречит рекомендациям, сформулированным для лицензиара.

Однако это противоречие легко устранить.

Можно предположить, что лицензиару необходимо максимизировать не свой номинальный доход π_L , а доход ожидаемый π_{LE} , т. е. рассчитанный с учетом вероятности его получения. Эта вероятность обуславливается способностью лицензиата организовать производство и сбыт продукта лицензиара по его технологии и под его товарным знаком. Необходимость учета этой вероятности для лицензиара (в отличие от лицензиата, где она во внимание не принималась) объясняется следующей причиной: для лицензиата включение в свой ассортимент лицензионного продукта (а бренда лицензиара – в свой портфель брендов) имеет целью расширение ассортимента и наращивание портфеля брендов, а также получение дополнительной прибыли. Провал этого проекта для лицензиата, безусловно, нежелателен, но критических последствий обычно не имеет, поскольку, как правило, лицензионный продукт занимает слишком малую долю в общем объеме продаж лицензиата. Для лицензиата это обычный маркетинговый риск, наступление которого не скажется катастрофическим образом ни на его продажах, ни на

его имидже (поскольку, по определению, товарный знак этого продукта ассоциируется не с лицензиатом, а с лицензиаром). Напротив, для лицензиара провал лицензионного сотрудничества ведет к провалу проекта выхода на новый рынок и нанесению ущерба имиджу своего товарного знака как на этом рынке, так и на рынках других регионов. Очевидно, что с учетом этой разницы в масштабах рисков лицензиару необходимо принимать во внимание вероятность успеха лицензионного сотрудничества с данным потенциальным лицензиатом.

Естественно предположить в первом приближении, что вероятность того, что лицензиату удастся успешно наладить производство и сбыт продукта по технологии и под товарным

знаком лицензиара, равна отношению $\frac{P}{L}$, и тогда

$$\pi_{LE} = \frac{P}{L} \pi_L. \quad (7)$$

Таким образом,

$$\frac{\partial \pi_{LE}}{\partial L} = \frac{kP^2}{L^2} \left(\frac{2P}{L} - 1 \right).$$

Следовательно, функция $\pi_{LE}(L)$ принимает максимальное значение при $L = 2P$ (оптимальное значение L не зависит от величины k). Именно такому соотношению цен на лицензионный продукт и продукт-аналог должен удовлетворять потенциальный оптимальный лицензиар, поскольку в этом случае его ожидаемая дополнительная чистая прибыль от продажи лицензии, рассчитанная с учетом фактора риска, будет максимальной. Именно в этой ситуации лицензиат способен обеспечить лицензиару максимальный ожидаемый доход, и, как следствие, лицензиар будет максимально заинтересован в сотрудничестве с данным лицензиатом.

Вернемся к выражению (формула (6)) для P^* (в случае $k = const$):

$$P^* = L \frac{1-k+\alpha}{2(1-k)} = L \left(\frac{1}{2} + \frac{\alpha}{2(1-k)} \right) > \frac{L}{2}, \alpha > 0.$$

Таким образом, при $k = const$ оптимальный для лицензиата и лицензиара диапазон цен на продукт-аналог имеет вид

$$\frac{L}{2} \leq P \leq L \left(\frac{1}{2} + \frac{\alpha}{2(1-k)} \right). \quad (8)$$

Легко убедиться, что, чем выше α , тем выше будет расхождение между оптимальными ценами на продукт-аналог с точки зрения лицензиата и точки зрения лицензиара, и, как следствие, тем выше могут быть риски недобросовестного поведения одного из участников для максимизации своей выгоды.

Подводя итог, можно констатировать, что максимизация разницы цен на лицензионный продукт и продукт-аналог не соответствует интересам лицензиара и лицензиата с точки зрения максимизации прибыли каждого из них, и, следовательно, не может использоваться как критерий отбора оптимального партнера по лицензионному соглашению.

Список использованной литературы:

1. Инновационный менеджмент: Концепции, многоуровневые стратегии и механизмы инновационного развития / Под редакцией В. М. Аньшина, А. А. Дагаева. М.: Дело, 2007. – 584 с.
2. Конов Ю. П., Гончаренко Л. П. Цена интеллектуальной собственности. М.: Издательство «Альфа-Пресс», 2010. – 320 с.
3. Неволин И. В. Оптимизация ставок роялти в лицензионных договорах на основе распределенных вычислений и сетевых технологий. Автореф. дисс. на соиск. Уч. степ. канд. экон. наук. М.: Центральный экономико-математический институт Российской академии наук, 2012.
4. Chang Ming-Chung, Hu Jin-Li, Tzeng Gwo-Hshiung. Decision Making on Strategic Environmental Technology

Licensing: Fixed-Fee versus Royalty Method // *International Journal of Information Technology and Decision Making*. – 2009. – V. 8. – Issue 3. – P. 609-624.

5. Kim YoungJun, Vonortas N. B. Technology Licensing Partners // *Journal of Economics and Business*. – 2006. – V. 58. – Issue 4. – P. 273-289.

6. Kwon Youngsun, Kim Buhm-Kyu. Royalties vs. Upfront Lump-Sum Fees in Data Communication Environments // *Telecommunications Policy*. – 2012. – 36. – P. 127-139.

7. Ménard C. The Economics of Hybrid Organizations // *Journal of Institutional and Theoretical Economics*. – 2004. – V. 160. – P. 345-376.

8. Meniere Y., Parlane S. Decentralized Licensing of Complimentary Patents: Comparing the Royalty, Fixed-Fee and Two-Part Tariff Regimes // *Information Economics and Policy*. – 2010. – V. 22. – Issue 2. – P. 178-191.

9. Niu Shuai. The Equivalence of Profit-Sharing Licensing and Per-Unit Royalty Licensing // *Economic Modelling*. – 2013. – Volume 32, May. – P. 10-14.

10. Postmus D., Wijngaard J., Wortmann H. An Economic Model to Compare the Profitability of Pay-per-Use and Fixed-Fee Licensing // *Information and Software Technology*. – 2009. – V. 51. – Issue 3. – P. 581-588.

11. Sen Debapriya. On the Coexistence of Different Licensing Schemes // *International Review of Economics and Finance*. – 2005. – 14. – P. 393-413.

12. Vázquez L. The Use of Up-front Fees, Royalties and Franchisor Sales to Franchisees in Business Format Franchising // *Economics and Management of Franchising Networks*. Josef Windsperger et al. (Eds.). Heidelberg: Physica-Verlag, 2004. – P. 145-159.

13. Wang H. X. Fee versus Royalty Licensing in a Differentiated Cournot Duopoly // *Journal of Economics and Business*. – 2002. – V. 54. – Issue 2. – P. 253-266.

14. Windsperger J. The Fee Structure in Franchising: a Property Rights View // *Economics Letters*. – 2001. – 73. – P. 219-226.

ANNOTATION

Azeev A.S., Chaikovska M.P. Information security management system based on the logical framework approach. The basic concepts, features, structure and principles of design and operation of information systems were investigated. The analysis of the main ways of unauthorized access to information, as well as the current trends in information threats was conducted. The methods and mechanisms of protection of information systems, effective use of software and hardware and software solutions in the realities of the Ukrainian market were described. An example implementation of an information security system based on the logical framework approach was shown and a number of recommendations for information security in the enterprise were developed.

Chabanenko D. Financial and economic time series prediction with the usage of Markov chains. In this research the technology of complex Markov chains is applied to forecast financial time-series. The main distinction of complex or high-order Markov Chains and simple first-order ones is the existing of aftereffect or memory. The technology proposes prediction with the hierarchy of time discretization interval and conjunction procedure for the prediction results at the different frequency levels to the single prediction output time-series. The hierarchy of time discretizations gives a possibility to use fractal properties of the given time series to make prediction on the different frequencies of the series. The prediction results for world's stock market indices is presented.

Chaikovska M., Tuliakova A. Complex methodology of research multi- and mono- fractal properties of stock market dynamics. Identification of hidden regularities in time series of stock market indices is a part of the main research - monitoring of the transformation quality changes of this regularities in the stock market. Fractal and multifractal analysis of time series are considered to be particularly informative and useful methods to identify hidden regularities. A special complex of modern methods has been chosen to analyze stock market indices time series,

including: Hurst R/S-analysis method, Lo V-statistics method, method of standard fluctuation analysis SAF, method of detrended fluctuation analysis DFA, method of multifractal detrended fluctuation analysis MF-DFA. Within the theoretical justification of the adequacy and effectiveness of the proposed complex methodology: after analysis the theoretical basis of these methods, make comparative analysis methods, identify their advantages and inherent limitations; find ways to improve them; note specific economic interpretation of the results of this time series analysis for the stock market.

Denisova O.O. The Study of the Blending Learning System Implementation. The work considers of how technology can enhance learning. Benefits and challenges of learning in the electronic environment are examined. Blended learning is argued as the most workable solution that allows students and teachers to integrate online learning with more traditional learning techniques. The plan of organizational transformation for the blending learning system implementation is suggested. The structure of Managed Learning Environment is elaborated.

Grytsenko K.G. Comprehensive assessment of the financial security of the insurance company. The article developed a system of parameters for activity analysis of insurance company in the context of financial security. Developed the technique comprehensive assessment of the current level of financial security of the insurance company, in which implemented a procedure of sequential folding and linguistic interpretation on a Harrington scale quantitative values of generalized indicators of financial security and the integral indicator of financial security of the insurance company.

Halchynskiy L., Svydenko A. Stabilizing of prices is at the retail market of oil products of Ukraine. Authors present the model of stabilizing of prices at the retail market of oil products of Ukraine. This question is examined in a context actions of factors, that does not cause a catastrophic transforms of market, and only to price destabilization. Such factors, in particular, jumps of world oil prices

are, sharp vibrations of rates of exchange. And although price destabilization does not result in catastrophic consequences, however this phenomenon results in substantial losses to the market participants. Therefore there is a task of stabilizing of prices at the market of oil products. The pattern of behaviour of prices on oil products in Ukraine shows up in the effect of the so-called asymmetry of prices, that is the consequence of behavior of participants of oligopoly at the market of oil products of Ukraine. The model of stabilizing of prices is in-process offered at the market of oil products on the basis of agent approach. Such methodology of the price stabilizing of market of oil products is taken to the use of stabilizing supply at the wholesale market, that belongs to the state and certain algorithm of his use.

Huzhva V, Shyronosova I. Application of anomaly detection hybrid approach to the task of excisable goods movement control. In this paper we propose a hybrid approach for detecting fraudulent behavior through the use of inference engine and graph-based anomaly detection algorithms. This approach made it possible to consider both the expert knowledge of the domain and search for hidden patterns in the tracking data.

Ivanov N. N. Information-analytical system of estimation of the degree of efficiency of the personnel of the enterprise. In this article contains the analysis of information-analytical systems. The structure of the information-analytical system of estimation of the degree of efficiency of the personnel, which is the process of personnel management: the movement of personnel, performing discipline, certification and training. The proposed assessment of the effectiveness of company personnel is represented in the form of multidimensional structures, in which each dimension is represented by relevant indicators. The method is developed and a model for efficiency estimation of an employee can be applied for calculation of the overall index rating and specific objectives of funds allocation.

Kardash O.L Scientific and methodological basis improving the assessment of food security of Ukraine. Scientific and

methodological basis of food safety assessment were improved. Weights of food security indicators were calculated using factor analysis. The integral index of food security of Ukraine was calculated.

Kobets V.M. Evolutional stable strategy modeling for firms' social preferences under quantity competition. The paper considers what kind of firms' social preferences among egoists, altruists and punishers are evolutionarily stable strategies under Cournot competition in market of homogeneous product. We combine traditional approach in competition and evolutionary approach in social preferences among firms. We define conditions that forecast dynamics of attitudes and profits of competitors under Cournot competition and explain adaptive behavior of rivals. Firm will expand own attitude if it has lower marginal cost than her rival. Firm need follow another attitude if it has higher marginal cost than her rival.

Kotliarov I. Partner selection for license agreement. The present paper contains an economic analysis of a specific form of license cooperation when the licensee is allowed to produce and to sell products according to licensor's technology and under his brand. A new model of incentives based on maximization of partner's income is proposed. It is demonstrated that the maximization of price difference between original product and the licensed one does not allow to maximize income.

Kovalchuk K. F., Nykytenko O. K. The critical analysis of market dynamics theories. The main aspects of market dynamics theories are considered in the article. There are 4 market hypotheses (Efficient, Coherent, Fractal, Synergistic) that can be used for time series forecasting. It is determined that Efficient Market Hypothesis has some theoretical and practical disagreements, Coherent Market Hypothesis is problematic in the practical application and the precise definition of the model parameters, Synergetic Market Hypothesis has recently started its development and has not had acceptable practical application now, Fractal Market Hypothesis of E. Peters is the optimal in theoretical perspective and practical application now. It is analyzed the fractal market instruments for investment decision making. It is determined that the fractal market instruments give the theoretical basis for possibility of short-term forecasting of financial markets using the methods of technical analysis that are based on trend-

trading. That is why the Fractal Market Hypothesis and its instruments are chosen as the basis for further system building of financial time series forecasting.

Kucherova A.Yu. Modeling of tax consciousness within the conflict of interests of taxation. The essence of the concept of consciousness and the tax business tax. Summarized and analyzed predictors of factors of conflict in business taxation. The choice of cognitive modeling for the study of tax consciousness under the influence of factors predictors of conflict of interest in the subjects of taxation. Generalized advice toolkit positive influence on the development of tax consciousness, the establishment of the institute which can guarantee the sustainability of socio-political and socio-economic component of national development on a fundamentally new qualitative level.

Saiensus M. Modern technology sustainability management of socio-economic systems: a strategic approach. The methodological aspects of sound management of sustainability of socio-economic systems. The model of sustainable development in the form of: quality, stability, efficiency. The recommendations on the evaluation of the stability of the socio-economic system based on the adaptive combination of resource, organizational, structural and identifikovanih flowchart and functional modules.

Samodryn A.P., Sokurenko P.I. From the experience of forming and developing the educational complex of Kremenchuk region «Pre-professional education in the region». Refers to the problem of perfection of Ukraine's education, transforming an educational space into the new quality - the noospheric one, possibility of the XXI century school to provide appropriate social consciousness and new ethic.

Saptsin V., Shokotko L. Methodological fundamentals of modeling of complex socio-economic systems. From positions, attained by modern theoretical physics in understanding of the universe bases, the methodological and philosophical analysis of fundamental physical concepts and their formal and informal connections with the real economic measurings is carried out. The

historical and methodological aspects and modern state of the problem of the socio-economic modeling are considered.

Serdyuk O., Danilchuk A. Using of different entropy measurement methods for economic systems analysis and modeling. The different types of entropies, based on Shannon entropy, and the possibility of their application to the analysis of economic systems dynamics are described in the article. The theoretical information, algorithms for entropy values calculation, including the procedures with floating window, and interpretation in terms of the functioning of economic systems are given in the article. Also outlines for future directions of work in this area is given.

Sergeeva L., Kovtun O. The tax policy influence for financial activity of households. In the article the impact of tax policy on the financial activities of households cognitive modeling tools. It is proved that today there are almost no publications on modeling the impact of tax rates on incomes and stock market activity. The definition of leverage - the tax rates that may change only the state, not entities, so the system is unstable is done.

Simchenko N.O., Ankudovich T.E. Defining the link between the market value of companies and their reputation The study analyzes the methods of determining the market value of companies in Ukraine and abroad. The relationship between the market value of companies and their reputation. A methodological approach to the evaluation of goodwill industry and are relevant calculations.

Sokolovskyi D. Game-theoretic model of tax evasion: analysis of agents' interaction and optimization of tax burden. The article analyzes a tax evasion problem using game-theoretic tools. The model develops a well-known Allingham–Sandmo classic model by introducing parameters of «transparency» of detected violations, of cost of control, of tax evasion and of conscientious tax payment. For that model we calculated Nash-equilibrium conditions in pure strategies. Based on this we investigated the problem of optimization of real tax burden. It is shown that curve describing the dependence between actual tax burden from declared one has

not 1 (like the Laffer curve), but 3 local maximum. Those findings may contribute to better calculation of tax burden in the real economy.

Sokolyk M. The econometric model for forecasting the households' expenses on the consumption and savings of Ukraine. The author provides her practical experience in the elaboration of a technology to create an informational-and-analytical system of households' expenses in a close interconnection with their incomes. The realized econometric model for forecasting social parameters allows: to create and update a database characterizing the households' role in the reproduction processes; to calculate and analyze various scenarios of the impact of the indicators of Ukraine's macroeconomic development on the households' well-being in the short and medium run; and to assess the impact of individual economic and financial regulators and expected changes in the social policy on the households' consumption and savings. The model has been used to assess and forecast (for 2014-2016) the following indicators: disposable income, average monthly wage, revenues from taxable incomes of physical persons, social benefits and the structure of revenues and expenditures by the stage of budget formation; coordination of social indicators in different scenarios of the development of Ukraine's economy.

Soloviev V., Lukianchuk A. Folksonomy socio-economic objects in complex networks means CorrRank. The financial and economic crisis 2007-2009 shown that economic institutions are closely linked and the behavior of complex systems is difficult predictable. There is an urgent need to develop new quantitative methods that adequately describe the dynamic changes in complex systems during normal conditions and during the crisis. There is a need for methods that describe the topology of the interaction between economic institutions, using the tools developed in the theory of networks. The paper used a method of investigation of nonlinear dynamics, as the random matrices theory, which when combined with network methods are adequate

means for the study of complex systems. The given technique we have implemented the study in the real time series of global stock markets.

Soloviev V., Sapsin V., Chabanenko D. Financial time series prediction with the technology of complex Markov chains. In this research the technology of complex Markov chains, i.e. Markov chains with a memory is applied to forecast financial time-series. The main distinction of complex or high-order Markov Chains and simple first-order ones is the existing of aftereffect or memory. The high-order Markov chains can be simplified to first-order ones by generalizing the states in Markov chains. Considering the «generalized state» as the sequence of states makes a possibility to model high-order Markov chains like first-order ones. The adaptive method of defining the states is proposed, it is concerned with the statistic properties of price returns.

Soloviev V., Solovieva V., Sapsin V. Heisenberg uncertainty principle and economic analogues of basic physical quantities. From positions, attained by modern theoretical physics in understanding of the universe bases, the methodological and philosophical analysis of fundamental physical concepts and their formal and informal connections with the real economic measurings is carried out. Procedures for heterogeneous economic time determination, normalized economic coordinates and economic mass are offered, based on the analysis of time series, the concept of economic Plank's constant has been proposed. The theory has been approved on the real economic dynamic's time series, including stock indices, Forex and spot prices, the achieved results are open for discussion.

Stankevich I., Bakova I. Formation of competitiveness of graduating students: research and practical recommendations. The different approaches to interpretation of the concept «competitiveness of graduating students» are researched and developed in this article. The purpose of this article is: to justify the theoretical and practical approaches to prediction of the development of education in Ukraine. The problem analysis is based on selection and systematization of the major influential

factors. The study identified and graphically displayed the functional structure of competitiveness of graduating students of some universities, as well as a model of development of their competitiveness during university studies and further practical work.

Tsiupa O.P., Kondur O.S. Statistical analysis of expenditures of investment constituent of local budgets Annotation. Statistical methods are study tendencies and problems of the use of money of capital budget of local budgets of different levels. Disproportional imposition of financial resources of local governments at different levels of public administration for managing the economy and social municipal sphere is displayed.

Vitlinsky V.V., Pasychnyk I.D., Novoseletsky A.M. Psychological aspects of quantitative risk assessment in decision-making. The justification of problems of business decisions under uncertainty and risk generated by this are considered. The psychological aspects for justification and taking into account the dialectical objective-subjective risk profile are analyzed. The corresponding utility function, carried out its analysis and application features in the process of justification of weakly structured problems and tasks is suggested.

Zakharchenko P.V. Diffuse properties of socioeconomic systems. The article is devoted to solving of problem the researches of mechanism to diffuse in activity of socioeconomic systems. There are reflected peculiarities of their activity in market conditions, and there are grounded necessity and methodology of construction of dynamic model of functioning of the systems with diffuse properties.

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	4
РОЗДІЛ 1 МОДЕЛЮВАННЯ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ	
1.1. Критичний аналіз теорій динаміки ринків.....	8
1.2. Прогнозування фінансово-економічних часових рядів з застосуванням ланцюгів Маркова.....	21
1.3. Комплексна методика дослідження мульти- і моно-фрактальних властивостей динаміки фондового ринку.....	32
1.4. Financial time series prediction with the technology of complex Markov chains.....	62
1.5. Heisenberg uncertainty principle and economic analogues of basic physical quantities.....	72
1.6. Методологічні засади моделювання складних соціально-економічних систем.....	94
1.7. Диффузные свойства социально-экономических систем.....	103
1.8. Використання різних методів оцінки ентропії для аналізу та моделювання економічних систем.....	111
1.9. Фолксономія соціально-економічних об'єктів в складних мережах засобами CorrRank.....	140
РОЗДІЛ 2 МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ І МОДЕЛІ В ЕКОНОМІЦІ	
2.1. Статистичний аналіз видатків інвестиційної складової місцевих бюджетів.....	152
2.2. Застосування гібридного методу виявлення аномалій в задачі контролю обігу підакцизних товарів.....	166
2.3. Економетрична модель для прогнозування витрат на споживання і заощадження домашніх господарств України.....	180
2.4. Визначення зв'язку між ринковою вартістю підприємств та їх діловою репутацією	197
2.5. Обґрунтування впливу податкової політики на фінансову активність домогосподарств.....	211
2.6. Моделювання податкової свідомості в середовищі конфлікту інтересів суб'єктів оподаткування.....	228
2.7. Evolutional stable strategy modeling for firms' social preferences under quantity competition.....	247
2.8. Науково-методичні засади вдосконалення оцінки продовольчої безпеки України.....	263

2.9. Стабілізація цін на роздрібному ринку нафтопродуктів України.....	281
2.10. Психологічні аспекти кількісного оцінювання ризику в прийнятті рішень.....	293

РОЗДІЛ 3 ІННОВАЦІЙНІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В БІЗНЕСІ Й ОСВІТІ

3.1. Управління системою інформаційної безпеки підприємства на базі ЛСП.....	306
3.2. Формування конкурентоспроможності випускників вищих навчальних закладів: науково-практичні рекомендації.....	329
3.3. З досвіду становлення і розвитку науково-навчального комплексу Кременчуччини «Профільна освіта регіону».....	345
3.4. Сучасні технології управління сталим розвитком соціально-економічних систем: стратегічний підхід.....	363
3.5. Информационно-аналитическая система оценки степени эффективности персонала предприятия.....	383
3.6. Дослідження робіт з впровадження системи змішаного навчання.....	396
3.7. Комплексна оцінка рівня фінансової безпеки страхової компанії.....	407
3.8. Використання ігрової моделі TAX EVASION: аналіз взаємодії контрагентів й оптимізація податкового навантаження.....	418
3.9. Отбор партнера по лицензионному соглашению.....	435
ANNOTATION	447

Підп. до друку 25.04.2014. Формат 60х84/16. Папір офсетний. Гарнітура Таймс.
Умовн. друк. арк. 20,9. Тираж 300 прим.
«БРАМА-УКРАЇНА». Видавництво.

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців.
Серія ДК № 1996 від 28.10.2004 р.
Україна, 18000, м. Черкаси, вул. Слави, 1.
Тел: 8/0472/50-35-86, 8/067/470-13-14.
E-mail: book_brama@ukr.net